

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Táňa Navrátilová

Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Olomouc 2022

ANOTACE

Typ závěrečné práce: diplomová

Název práce: Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Název práce v AJ: Robot-assisted Hand Rehabilitation

Datum zadání: 30. 1. 2021

Datum odevzdání: 20. 5. 2022

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Bc. Táňa Navrátilová

Vedoucí práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Oponent práce: Mgr. Věra Jančíková, Ph.D

Abstrakt v ČJ:

Roboticky asistovaná rehabilitace ruky

Úvod: Roboticky asistovaná rehabilitace je moderním trendem v neurorehabilitaci pacientů s onemocněním spastické ruky po cévní mozkové příhodě.

Cíl: Ověření efektivity jednoměsíční roboticky asistované rehabilitace ruky s využitím systému Gloreha Professional II na spasticitu flexorů prstů, funkci ruky a soběstačnost pacientů se spastickou parézou.

Metodika: Výzkumu se zúčastnilo 67 pacientů s neurologickým deficitem v oblasti ruky po cévní mozkové příhodě. Průměrný věk byl 68,8 let. Klienti byli randomizovaně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Experimentální skupina zahrnovala 36 pacientů, jejichž průměrný věk byl 67,7 let, jednalo se o 15 žen a 21 mužů. Kontrolní skupina zahrnovala 31 pacientů s průměrným věkem 70,3 let, obsahovala 19 žen a 12 mužů. Hodnocena byla

spasticita musculus flexor digitorum profundus a musculus flexor digitorum superficialis pomocí Modifikované Ashwortovy škály a Tardieu škály. Funkce ruky byla testována podle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky a soběstačnost klientů pomocí základního Indexu Barthelové. Naměřená data byla zapsána do tabulky v programu Microsoft Office Excel 2007 a následně zpracována v programu STATISTICA 12 za použití neparametrického Mann-Whitneyova U Testu. Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$. Výsledky byly zpracovány v grafické formě.

Výsledky: Při hodnocení spasticity musculus flexor digitorum superficialis podle Modifikované Ashwortovy škály ($p=0,53$) a podle Tardieu škály ($p=0,16$), i při hodnocení spasticity musculus flexor digitorum profundus podle Modifikované Ashwortovy škály ($p=0,39$) a podle Tardieu škály ($p=0,35$), nebyl prokázán statisticky významný výsledek ve změně spasticity flexorů ruky. Při hodnocení funkce ruky podle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky ($p=0,04$) byl prokázán signifikantní výsledek. Při hodnocení soběstačnosti pomocí základního Indexu Barthelové ($p=0,01$) byl prokázán signifikantní výsledek.

Závěr: Roboticky asistovaná rehabilitace nemá statisticky významný vliv na spasticitu prstů ruky. Má však signifikantní vliv na změnu funkce ruky a soběstačnost pacientů po cévní mozkové příhodě.

Klíčová slova: roboticky asistovaná rehabilitace, cévní mozková příhoda, spasticita, funkce ruky, Gloreha

Abstrakt v AJ:

Robot-assisted hand rehabilitation

Introduction: Robotic-assisted rehabilitation is a modern trend in neurorehabilitation of patients with spastic hand disease after stroke.

Purpose: To validate the effectiveness of one month of robotic assisted hand rehabilitation using the Gloreha Professional II system on finger flexor spasticity, hand function and self-sufficiency in patients with spastic paresis.

Methods: 67 patients with neurological deficits in the hand after stroke participated in the study. The mean age was 68.8 years. The clients were randomly divided into experimental and control groups. The experimental group consisted of 36 patients whose mean age was

67.7 years, they were 15 women and 21 men. The control group included 31 patients with a mean age of 70.3 years, and included 19 women and 12 men. Spasticity of the musculus flexor digitorum profundus and musculus flexor digitorum superficialis was assessed using the Modified Ashworth Scale and the Tardieu Scale. Hand function was tested using the Visual Hand Functional Assessment Score and clients' self-sufficiency using the Barthel Index. The measured data were entered into a table in Microsoft Office Excel 2007 and then processed in STATISTICA 12 using the non-parametric Mann-Whitney U Test. The level of statistical significance was set at $p < 0.05$. The results were processed in graphical form.

Results: When assessing the spasticity of the musculus flexor digitorum superficialis according to the Modified Ashworth Scale ($p=0.53$) and the Tardieu Scale ($p=0.16$), and when assessing the spasticity of the musculus flexor digitorum profundus according to the Modified Ashworth Scale ($p=0.39$) and the Tardieu Scale ($p=0.35$), there was no statistically significant result in the change of hand flexor spasticity. A significant result was demonstrated when hand function was assessed by the Visual Hand Functional Assessment Score ($p=0.04$). When self-sufficiency was assessed using the Barthel Index ($p=0.01$), a significant result was demonstrated.

Conclusion: Robotic-assisted rehabilitation has no statistically significant effect on hand finger spasticity. However, it has a significant effect on the change in hand function and self-sufficiency of patients after stroke.

Key words: robotic assisted rehabilitation, stroke, spasticity, hand function, Gloreha

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem zpracovala samostatně pod odborným vedením doc. MUDr. Petra Konečného, Ph.D., MBA a použila jsem jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Olomouci dne _____

Mnohokrát děkuji doc. MUDr. Petru Konečnému, Ph.D., MBA, za odborné vedení a pomoc při tvorbě této diplomové práce. Poděkovat chci i své rodině, zejména mamince, za obětavost a podporu při studiiích.

OBSAH

OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ.....	11
1.1 Robotická rehabilitace	11
1.1.1 Zpětná vazba (feedback).....	12
1.1.2 Motivace	13
1.1.3 Výhody a nevýhody.....	13
1.1.4 Dělení robotických systémů pro terapii horní končetiny (HK).....	14
1.1.5 Gloreha Professional II.....	16
1.2 Syndrom horního motoneuronu (SHM).....	22
1.2.1 Pozitivní příznaky.....	22
1.2.2 Negativní příznaky	23
1.3 Dysfunkce ruky u syndromu horního motoneuronu	26
1.3.1 Funkce ruky	27
1.3.2 Terapie paretické ruky	28
2 CÍLE A HYPOTÉZY	32
2.1 Cíl práce	32
2.2 Vědecké otázky a hypotézy	32
3 METODOLOGIE VÝZKUMU.....	34
3.1 Charakteristika výzkumné skupiny.....	34
3.2 Průběh výzkumu	34
3.3 Použité metody výzkumu.....	35
3.4 Metody statistického hodnocení	36
4 VÝSLEDKY.....	37
5 DISKUZE	49
5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1	51
5.2 Diskuze k vědecké otázce č. 1	51
5.3 Komentář k vědecké otázce č. 2	54
5.4 Diskuze k vědecké otázce č. 2	54
5.5 Komentář k vědecké otázce č. 3	58
5.6 Diskuze k vědecké otázce č. 3	58
5.7 Východiska pro praxi.....	62

5.8	Limity práce	63
ZÁVĚR.....	.....	64
REFERENČNÍ SEZNAM .....	.....	66
SEZNAM ZKRATEK .....	.....	74
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	.....	75
SEZNAM TABULEK .....	.....	76
SEZNAM PŘÍLOH .....	.....	77
PŘÍLOHY .....	.....	78

ÚVOD

Během posledních desetiletí byla, díky technologickým pokrokům a rozvoji lékařských věd, vyvinuta řada moderních robotických zařízení a sofistikovaných počítačových systémů podílejících se na zdravotní péči o pacienty (Opavský, 2016, s. 59-63). V neurorehabilitaci je nyní trendem využívání robotické rehabilitace, jejíž výzkum nabývá stále větší pozornosti zejména v souvislosti s cévními mozkovými příhodami, poraněním míchy a funkční rehabilitací horních končetin (Xue et al., 2022, s. 2). Za poslední desetiletí byla roboticky asistovaná rehabilitace horních končetin u pacientů po cévní mozkové příhodě jedním z hlavních bodů studií a výzkumu (Xue et al., 2022, s. 12). Roboti pro rehabilitaci také procházejí fází rychlého vývoje i testování a je tak velmi pravděpodobné, že se během několika příštích let začnou pravidelněji objevovat v klinickém prostředí (Wilson a Raghavan, 2019, s. 245). Robotické technologie jsou z hlediska fyzioterapie využívány zejména kvůli zvyšujícím se požadavkům na co nejpřesnější objektivní analýzu pohybu a efektivní terapii (Kolářová et al., 2019, s. 11).

U pacientů s neurologickým onemocněním, jako je například cévní mozková příhoda, jsou mimo jiné častým jevem poruchy hybnosti a funkce ruky. To může mít negativní dopad na každodenní aktivity, profesní činnost a celkovou kvalitu života (Wilson a Raghavan, 2019, s. 97-98). Grünerová-Lippertová ve své knize udává, že až 52% lidí, kteří byli zasaženi mrtvicí, má přetrvávající poruchy motoriky horní končetiny. 14% z nich dosáhne kompletní restituace motorických funkcí, 30% jen částečné a 56% pacientů zůstává významný funkční deficit (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 31). V neurorehabilitaci klientů po iktu zaujímá terapie spastické ruky širokou oblast, která zahrnuje indikaci zejména fyzioterapie a ergoterapie. Přiradit k nim však lze i využití robotických přístrojů, jelikož roboticky asistovaná rehabilitace funguje na principech motorického učení, které podporuje neuroplastické změny v mozku a také tak napomáhá obnově hybnosti a funkce ruky (Huang et al., 2017, s. 233).

Tato diplomová práce se zabývá zjišťováním vlivu roboticky asistované rehabilitace na spasticitu prstů, funkci ruky a celkovou soběstačnost pacienta. Jako zástupce robotických systémů pro terapii ruky je zde využit přístroj Gloreha Professional II.

Teoretická část se zaměřuje na základní charakteristiku robotických systémů, hlavní mechanismy účinku, výhody, nevýhody a dělení robotických přístrojů pro rehabilitaci ruky s konkrétním zaměřením na zařízení Gloreha Professional II. Následně je popsána charakteristika syndromu horního motoneuronu a jeho konkrétní dopady na akrum horní končetiny. Dále jsou obecně zmíněny konvenční postupy terapie paretické ruky.

Diskuze se zaměřuje na porovnání výsledků této práce s výsledky dalších studií, které se zabývají podobnou tematikou.

Cílem této diplomové práce je ověření efektivity jednoměsíční roboticky asistované rehabilitace ruky na spasticitu flexorů prstů, funkci ruky a soběstačnost pacientů se spastickou parézou.

K vyhledávání odborných článků a informací pro teoretickou část a diskuzi byly využity vědecké on-line databáze PubMed, Science Direct, ResearchGate, ProQuest, Scopus, EBSCO a Google Scholar. Rešerše probíhala od srpna 2021 do dubna 2022. Pro vyhledávání ve výše uvedených databázích byla použita klíčová slova: Gloreha, roboticky asistovaná rehabilitace ruky, spasticita, a jejich anglické ekvivalenty: Gloreha, robot-assisted rehabilitation, spasticity. V databázích bylo na základě klíčových slov vyhledáno celkem 24 článků v anglickém jazyce, další články byly nalezeny ručním vyhledáváním. S ohledem na cíle práce bylo využito 49 zdrojů, z toho 29 zahraničních článků v anglickém jazyce, 9 článků v českém jazyce, 10 knih a 1 manuál. Jako vstupní studijní literatura sloužily 4 níže specifikované zdroje.

BORBONI, A., MOR, A., FAGLIA, R. 2016. Gloreha—Hand Robotic Rehabilitation: Design, Mechanical Model, and Experiments. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control* [online]. 138(11) [cit. 2021-09-07]. ISSN 0022-0434. DOI:10.1115/1.4033831.

KONEČNÝ, P., TARASOVÁ, M., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online], [cit. 2021-10-09]. 24(1), 18-21. Dostupné také z: https://files.btlnet.com/cor/product_documents/10485d87-defd-4dc4-914d-55b79c852a9c/BTL_studie_Gloreha-Robotick%C3%A1_rehabilitace_spasticity_ruky_1496393387_original.pdf.

MILIA, P., PECCINI, M. P., DE SALVO, F., SFALDAROLI, A., GRELLI, C., LUCCHESI, G., SADAUSKAS, N., ROSSI, C., CASERIO, M., BIGAZI, M. 2019. Rehabilitation with robotic glove (Gloreha) in poststroke patients. *Digital Medicine* [online]. 2019, 5(2) [cit. 2021-09-08]. ISSN 2226-8561. DOI:10.4103/digm.digm_3_19.

VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. 2021. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Robotická rehabilitace

S rozvojem lékařských věd a umělé inteligence došlo v posledních dvou desetiletích k významnému rozvoji i v oblasti robotické rehabilitace. Výzkum rehabilitačních robotů nabývá stále větší pozornosti zejména v souvislosti s cévními mozkovými příhodami (CMP), poraněním míchy a funkční rehabilitací horních končetin (HKK) (Duret, Grosmaire a Krebs, 2019, s. 2; Xue et al., 2022, s. 2). Opavský udává, že roboticky asistovaná rehabilitace (RAR) nachází uplatnění především při rehabilitaci chůze a terapii ruky (Opavský, 2016, s. 59-63). Analýza, která proběhla v letech 2010 až 2020, ukazuje, že RAR byla v posledním desetiletí jedním z hlavních bodů výzkumu v souvislosti s HKK u pacientů po CMP. Objevuje se stále více důkazů o tom, že trénink s rehabilitačním robotem může prospět obnově funkce ruky po iktu. Podle analýzy je dále jedním z témat současného výzkumu interakce mezi člověkem a robotem. Jedná se o možnost jak realizovat přirozené a přesné působení mezi člověkem a přístrojem prostřednictvím spojení strojové a biologické inteligence (Xue et al., 2022, s. 12-14).

K RAR ruky, lze v dnešní době využít velmi sofistikované přístroje, které se mohou podílet na obnově manipulačních funkcí a tím zlepšit samostatnost, soběstačnost a kvalitu života pacientů. Většina těchto systémů funguje na principu simulace reálného nebo herního prostředí a klientům poskytují vizuální, sluchovou či haptickou zpětnou vazbu. Pro pacienty se v rehabilitačním procesu mohou stát atraktivním a motivujícím prvkem. Jelikož většina těchto systémů má v sobě zabudovány jak terapeutické, tak většinou i určité diagnostické programy, přinášejí terapeutům objektivizaci měření klientových schopností a při dlouhodobě trvající rehabilitaci se mohou podílet na poskytování zpětné vazby o průběhu a vývoji klinického obrazu pacienta. Možné je i individuální nastavení těchto přístrojů na míru konkrétnímu klientovi a přizpůsobení terapie jeho aktuálním výkonům (Konečný a Wolfová, 2021, s. 101-102).

Podstatou neurorehabilitace s pomocí robotických přístrojů je nácvik funkčně zaměřených úkolů a aktivit denního života, nejlépe ve variabilním prostředí a s dostatečnou intenzitou (Krobot et al., 2017, s 525). Při rehabilitaci ruky je kladen důraz na restituci porušených motorických funkcí a obnovu praktických dovedností. Obecně se pacienti s postižením ruky po iktu zotavují lépe, pokud praktikují účelová cvičení, která napodobují jejich každodenní aktivity, nejlépe s možností využití reálných předmětů (Gündüz a Bayindir, 2014, s. 107-108). Toho lze využít i při RAR, kde se dá pracovat s předměty denní potřeby i za pomoci robotických systémů (Kolářová et al., 2019, s. 7, 108). V současné době je v

neurorehabilitaci tendence k zapojení robotických technologií s nácviky reálných běžných denních úkonů, jelikož to výrazně přispívá k efektu terapie a přenosu znovuzískaných dovedností pacienta rehabilitací do denního života (Konečný a Wolfová, 2021, s. 102). K častým důvodům využití robotických přístrojů v terapii však patří také facilitace aktivní hybnosti klienta, kdy robot přímo vede nebo napomáhá vykonání pohybu (Kolářová et al., 2019, s. 107).

Roboticky asistovaná terapie podporuje rehabilitaci, neuroplastické změny, reorganizaci mozkové kůry a restituci motorických funkcí (Xing a Bai, 2020, s. 4226). K tomu využívá zejména princip zpětné vazby, viz níže. Dále svojí atraktivitu, schopnost zvýšení motivace, zaměření pozornosti na vykonávanou činnost a možnost intenzivní, vysoce opakované terapie s poměrnou variabilitou. Umožňuje konat smysluplné úkoly denního života, které alespoň částečně odrážejí pacientovy subjektivní cíle a to i s reálnými předměty denní potřeby. Podílí se na aktivaci těžce paretických až plegických svalů i v akutních stavech neurologických onemocnění a na zahájení a provedení pohybu u pacientů s těžkým postižením (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 110). Lze ji využívat jako doplňkovou terapii zvyšující celkový efekt léčby (Gassert a Dietz, 2018, 10-12; Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 110; Morone et al., 2020, s. 6-7).

Největší uplatnění robotických přístrojů pro rehabilitaci HKK obecně nalezneme u pacientů po neurologických postiženích mozku, míchy, po kraniotraumatech, po postižení periferních nervů, úrazech či operacích. Lze je však využít i u klientů s revmatickým onemocněním, u komplikací léčby, jakou je například komplexní regionální bolestivý syndrom, či u pacientů s neuromuskulárním onemocněním, jako například roztroušená skleróza, Parkinsonova choroba nebo dětská mozková obrna a jiné (Konečný a Wolfová, 2021, s. 101-102).

1.1.1 Zpětná vazba (feedback)

Společným prvkem většiny robotických systémů pro terapii ruky je využití zpětné vazby (Morone et al., 2020, s. 6). Zpětná vazba je jedna z terapeutických možností vstupu do procesů neuroplasticity a restituce motorických funkcí (Kolářová et al., 2019, s. 8). Její využití zlepšuje uchování nově naučených dovedností skrze vznik nových senzorních paměťových stop a aktivací nevyužívaných synapsí při řízení pohybu. Tím se následně zlepšuje schopnost provést později pohyb i bez zpětné vazby. Feedback může být vnitřní a vnější. Pomocí vnitřního feedbacku získává klient smyslové informace o vykonávaném pohybu z vlastních senzorních zdrojů, čímž si tvoří určitou vnitřní reprezentaci. Vnější feedback slouží jako doplněk či náhrada vnitřního skrze informace ze zevního zdroje,

například feedback zaměřený na výsledek nebo proces. Zpětná vazba zaměřená na výsledek znamená podání informace fyzioterapeutem pacientovi o výsledku úkolu, například, na kolik bodů uspěl ve sledovaném parametru. Tato forma zpětné vazby se ukazuje jako účinná pokud je motivujícím faktorem a vyvolává u pacienta snahu o lepší výkon. Zpětná vazba zaměřená na proces dává klientovi informace o způsobu provedení pohybu, například že pacient musí vykonat pohyb větší silou. Ukazuje se, že určité druhy zpětných vazeb mohou mít na klienta různý vliv (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109-114). Mezi nejčastěji využívané patří vizuální, zvuková, taktilní a vibrační (Daňková a Pastucha, 2018, s. 292). Vizuální feedback dokáže ovlivnit schopnost a symetrii zatížení či síly nebo rychlost prováděného pohybu. Akustický feedback pak bývá často využíván spíše jako nástroj pro motivaci klienta, než jako prostředek k podávání informací o pohybu. Jakoukoli formu zpětné vazby je však třeba vždy přizpůsobit motorickému i kognitivnímu postižení pacienta. Proces učení lze v první fázi terapie usnadnit nejprve volbou zevních forem feedbacku a postupovat k vnitřním. Získané informace z tohoto procesu by měly být multimodální, snadno pochopitelné, zábavné a také motivující, aby dostatečně přitahovaly pacientovu pozornost (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109-114).

1.1.2 Motivace

Robotická terapie často využívá zábavné herní prvky pro zvýšení motivace pacientů, jelikož zájem o vykonávanou činnost je klíčovým faktorem pro podporu procesů neuroplastických změn (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 109-114). Pozornost je jednou z ústředních složek pro změny neuronální konektivity a restituci motorických funkcí. Tento aspekt bývá v konvenčních rehabilitačních programech často málo integrován či podceňován. RAR má schopnost být elementem terapie, díky kterému toho může být docíleno (Morone et al., 2020, s. 6-7). Může se dokonce stát prvkem jak se vyhnout syndromu vyhoření klienta, jehož dlouhodobá rehabilitace demotivuje. Seriózní hry, které zahrnují jak zábavnou tak léčebnou složku, tak mohou přispět ke zvýšení zapojení a adherence pacientů do terapie (Pino, Múnera a Cifuentes, 2022, s. 309-310).

1.1.3 Výhody a nevýhody

Klíčovými výhodami těchto specializovaných zařízení jsou především následující kritéria. Prvním je možnost poskytovat vysokou intenzitu terapie a schopnost provádět více opakování než běžný fyzioterapeut (Vanoglio et al., 2017, s. 355-59). Druhou, je současně s předešlým, příležitost snížit fyzickou a časovou zátěž rehabilitačních pracovníků (Gassert a Dietz, 2018, 10-12; Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 113; Konečný a Wolfová, 2021, s. 101-102; Morone et al., 2020, s. 6-7; Taveggia et al., 2016, s. 772; Zhang et al., 2018, s. 10-11).

Villafañe et al., ve své randomizované klinické studii z roku 2018 uvádějí, že za největší výhodu RAR považují, že jakmile dojde k nastavení robotického systému terapeutem, může být na pacienta už jen dohlíženo. Mnohdy náročnou a opakovanou manuální práci je tak za terapeuta schopen odvést přístroj, čímž se snižuje potřeba individuální kvalifikované intervence pro pasivní cvičení (pasivní manuální mobilizaci). Autoři také odhadují, že RAR může snížit náklady na zdravotnickém personálu s ohledem na pasivní manuální terapii až o 70% (Villafañe et al., 2018, s. 96-100). Třetím významným kritériem je snadná opakovatelnost měření, objektivita a poměrně lehká interpretace výsledků s možností jejich dalšího zpracování (Gál, Hoskocová a Jech, 2015, s. 113; Kolářová et al., 2019, s. 8; Konečný a Wolfová, 2021, s. 101-102; Morone et al., 2020, s. 6-7). Čtvrtou klíčovou výhodou je také poskytování okamžité zpětné vazby (Villafañe et al., 2018, s. 96-100).

Tyto specializované přístroje však mají i svá omezení. Těmi jsou zejména různé technické problémy (Wilson a Raghavan, 2019, s. 245). U přístroje Gloreha to konkrétně může být i nevýhoda spojená s čištěním rukavice, kdy je před dalším použitím zapotřebí její dokonalé desinfekce (Villafañe et al., 2018, s. 96-100). Mezi další nevýhody pak může patřit například vysoká spotřeba elektrické energie, náročnější prvotní obsluha či vysoké ekonomické pořizovací náklady (Gupta et al., 2020, s. 12). Opavský upozorňuje na to, že tyto systémy jsou poměrně ekonomicky náročné a tím pádem mohou být některým klientům omezeně dostupné (Opavský, 2016, s. 59-63). Lze však předpokládat, že s komercializací těchto zařízení bude jejich cena klesat a že v době, kdy jsou náklady na manuální léčbu stále vyšší, se budou rehabilitační roboti využívat stále častěji a tím pádem mohou být i dostupnější v klinické praxi (Xue et al., 2022, s. 14). Co se týče kontraindikací využití těchto přístrojů, ty lze nalézt například u pacientů s těžšími kognitivními poruchami (Wilson a Raghavan, 2019, s. 245).

1.1.4 Dělení robotických systémů pro terapii horní končetiny (HK)

Podle umístění na těle rozeznáváme dvě základní skupiny. První skupinou jsou přístroje pro robotickou rehabilitaci HK: ramene, paže a předloktí. Sem se řadí například systém Armeo. Druhou skupinou jsou přístroje na robotickou rehabilitaci akra: ruky a prstů. Sem se řadí systémy Gloreha a Amadeo (Konečný a Wolfová, 2021, s. 102). Robotické systémy pro terapii HK se mohou dělit také dle mechanických kritérií na: robotická operační zařízení (end-effectors), exoskeletová a kombinovaná robotická zařízení (Haghshenas-jaryani et al., 2020, s. 199).

1.1.4.1 Robotická operační zařízení (end-effectors)

Tato zařízení využívají svoji koncovou komponentu, která kontaktuje pouze distální část končetiny, tedy prsty, ruku nebo zápěstí a působí na ni svými silami. Jejich výhodou je poměrně jednoduchá mechanika (Kolářová 2019, s. 109). Nevýhoda tkví v neschopnosti konat striktně izolované pohyby (Konečný a Wolfová, 2021, s. 102). Nemožnost řízení točivého momentu v konkrétních kloubech může mít za následek řetězení pohybů a nekontrolovaný přenos zatížení na další klouby HK a může vyvolat kombinaci pohybů v zápěstí, lokti či ramenním kloubu. Kvůli tomu je vytváření izolovaného pohybu v jenom kloubu HK obtížné. Proto je rozsah pohybů, který mohou roboti koncového efektoru generovat pro HK omezený a tak mohou tito roboti vykonávat pouze určitou sadu rehabilitačních cvičení (Lo a Xie, 2012, s. 262). Mezi tyto systémy se řadí Gloreha, MIT-MANUS, Amadeo a jiné.

Amadeo je zařízení sloužící k RAR pacientů s pohybovou dysfunkcí prstů HKK. Terapie pomocí tohoto systému se zaměřuje především na flekční a extenční pohyby s cílem zlepšit úchopové funkce. Probíhá ve virtuálním prostředí formou terapeuticky zaměřených her, čímž podporuje i zlepšení případného kognitivního deficitu. Lze jej, stejně jako Glorehu, využít u pacientů ve všech fázích neurorehabilitace (Konečný a Wolfová, 2021, s. 107).

1.1.4.2 Exoskeletová robotická zařízení (exoskelety)

Tato zařízení se připevňují na povrch celé končetiny a jsou v přímém kontaktu s klouby rehabilitovaného segmentu (Kolářová et al., 2019, s. 109). Mohou být děleny na tzv. uzemněné a přenositelné (Gassert a Dietz, 2018, s. 3). Exoskelety mají osy kloubů robota shodné s osami kloubů HKK (Zhang et al., 2018, s. 2). Minimalizují tak abnormální posturu nebo pohyby vyvolané klientovým onemocněním (Daňková a Pastucha, 2018, s. 291). Je možné zacílit jejich aktivitu na konkrétní svaly skrze vypočítání kombinací točivých momentů určitých kloubů. V porovnání s koncovými efekty je možné získat větší rozsah pohybu a tím pádem pestřejší škálu terapeutických cvičení (Lo a Xie, 2012, s. 263). Nevýhodou může být delší příprava robotického systému pro každého pacienta, kvůli individuálnímu nastavení jednotlivých částí robota na míru. K těmto zařízením se řadí například robotický systém Rapael, Armeo Spring, Armeno Power nebo Cyber glove systém (Konečný a Wolfová, 2021, s. 108-109). Většina exoskeletů HKK pokrývá pouze pohyby od ramenního kloubu po zápěstí, ale nezahrnuje pohyby prstů. Existuje však i komplexní exoskelet IntelliArm, který má kromě možností pohybu v ramenním a loketním a zápěstním kloubu i možnost otevírání a zavírání ruky (Lo a Xie, 2012, s. 263).

1.1.4.3 Kombinovaná robotická zařízení

V tomto případě dochází ke kombinaci exoskeletového systému, který kontroluje pohyb v segmentech celé HK a end-efektorového systému, který je připevněn na akrum (Kolářová et al., 2019, s. 109). K takovému kombinovaným robotickým zařízením se řadí například Cyber force systém, složený z haptické ruky pro edukaci a trénink jemné motoriky zavěšené na exoskeletonu (Konečný a Wolfová, 2021, s. 110).

1.1.5 Gloreha Professional II

Přístroj Gloreha je robotické zařízení sloužící k neuromotorické rehabilitaci ruky. S využitím elektrické energie a za případné současné pomoci zpětnovazebných podnětů mobilizuje metakarpophalangeální, proximální a distální interphalangeální klouby prstů. Skládá se ze speciální rehabilitační rukavice a dalšího příslušenství, kterým je samotný přístroj, ke kterému je rukavice připevněna, monitor počítače a podpěry HKK. Rehabilitační rukavice je propojena s obrazovkou počítače. Výhodou toho je možnost sledování vlastního průběhu terapie. Využívá vizualizaci - 3D zobrazení ruky a klient tak může na obrazovce před sebou pozorovat terapeutickou stimulaci. Toto aktivní sledování pohybů pacientem poskytuje zpětnou vazbu, zesiluje stimulaci a podporuje restituci motorických funkcí. Dvě dynamické podpěry HKK, připevněné k pracovní desce stolu, jsou vybaveny systémem kompenzace hmotnosti. Klientovi umožňují odlehčený pohyb HKK, čímž lze snadněji provést zamýšlené terapeutické a funkční úkony. Součástí tohoto systému je i ergonomický pracovní prostor. Gloreha umožňuje provádět terapii jak s jednou HK, tak i bimanuálně, kdy pomocí zdravé končetiny má pacient možnost replikovat stejné pohyby na postiženou ruku (www.btl.cz).

Práce s tímto přístrojem zahrnuje, mimo jiné, obsluhu robotické rehabilitační rukavice. Ta je pacientovi nasazena na jeho postiženou končetinu, ke které je připevněna speciálními popruhy na suchý zip. Volí se mezi pravou a levou. Důležité je vybrat správnou velikost rukavice a popruhů konkrétnímu klientovi tak, aby po připevnění nebyla na jeho ruce příliš volná ani těsná. Prsty má pacient vloženy do specifických silikonových náprstků, aby při terapii nevyklouzly. Z hřbetní strany rukavice probíhají kabely přístroje, od každého prstu zvlášť. Začínají již od distálních částí, na kterých jsou zakotvena táhla (viz obrázek č. 1, s. 17) (Konečný a Wolfová, 2021, s. 105). Jelikož vycházejí z rukavice na zadní straně, mají minimální vliv na přirozený pohyb ruky, což umožňuje velkou míru nositelnosti robotické rukavice i na paretické nebo edematózní ruce (Borboni, Mor a Faglia, 2016, s. 2). Kabely dále vedou na opačnou stranu k pneumatickému pohonu přístroje, kterým je zajišťován pohyb rukavice a každého prstu zvlášť (viz obrázek č. 2, s. 18) (Konečný a Wolfová, 2021, s. 105). Délku jednoho kabelu lze upravit, aby byla vždy zaručena neutrální výchozí pozice ruky a

postupná, specifická mobilizace každého jednotlivého prstu podle cíle léčby, typu cvičení a klinického stavu pacienta (Vilfaňe, 2018, s. 97). Rukavice je dále k ruce a zápěstí připevněna speciálními pásy, které se upínají kolem dlaňové strany prstů, včetně palce (Kolářová et al., 2019, s. 109). Hmotnost příslušenství aplikovaného na klientovu končetinu je téměř zanedbatelné, jelikož rukavice byla vytvořena, aby se maximálně omezilo zatížení a vliv na pacienta. Klientova ruka se tak v rukavici může pohybovat zcela volně (Borboni, Mor a Faglia, 2016, s. 2).



Obrázek č. 1: Robotická rukavice Gloreha Professional II (www.btl.cz).



Obrázek č. 2: Pneumatický pohon jednotlivých prstů (www.btl.cz).

K přístroji patří i monitor, zajišťující vizuální zpětnou vazbu a hlasové vedení, které může podávat pacientovi pokyny během terapie (Borboni, Mor a Faglia, 2016, s. 3).

Glořeha umožňuje řadu cvičení. Ta mohou být naprogramována způsobem, aby terapeut poskytl pacientovi potřebnou individuální léčbu, založenou na jeho klinických potřebách. Pracovat lze v několika módech.

První pasivní mód se využívá u jedinců, kteří mají plně omezenou aktivní hybnost ruky. Využívá se terapie řízené přístrojem, nejčastěji mobilizace prstů ruky (www.btl.cz). Tuto pasivní mobilizaci zajišťuje hydraulický systém. Výhodou robotického zařízení je, že umožňuje dobře kalibrovaný sekvenční pohyb každého jednotlivého prstu, tím pádem pacient provádí a sleduje akci zároveň (Bissolotti et al., 2016, s. 2). Klient tedy může aktivně provádět motorická cvičení jen prostřednictvím asistence softwaru. V tomto případě se procedura může skládat z těchto prvků (jedná se o 12 cvičení): sekvence jednoho prstu, tvorba pěsti, cvičení spojení prstů do opozice, vlnění – provedení flexi prstů od malíčku po palec a extenzi v opačném směru, náhodné cvičení jednoho prstu – v nahodilém pořadí provede flexi a extenzi, které má efekt leknutí (Milia et al., 2019, s. 63-64). Toto překvapení, vyvolané u pacienta neplánovaným a neočekávaným pohybem, se ukázalo jako další pozitivní stimul v procesu restituce motorických funkcí u pacientů s postižením ruky při neurologickém

onemocnění (Borboni, Mor a Faglia, 2016, s. 2). Dále se jedná o nahodilé počítání – přístroj provádí pohyby spojené s čísly od 1 do 5 v náhodném pořadí, sbírání předmětů – provádí pohyby nezbytné k uchopení předmětu dvěma prsty, vždy palcem a jedním ze zbývajících prstů, nácvik uchopení předmětů – přístroj provede pohyby ruky nezbytné k uchopení objektu pomocí celé ruky, a vlastní cvičení, kdy může být terapeutem nastaveno, které prsty a v jakém pořadí se mají pohybovat. Software terapeutům zobrazuje poslední využívané terapeutické programy pacienta. To umožňuje rychlejší naprogramování a zahájení terapie. Obrazovka nejprve zobrazí postupně všechna cvičení, která budou klienta čekat a teprve poté dojde na provádění jednotlivých pohybů (Milia et al., 2019, s. 63-64). Možné je také nastavení efektů. Jelikož léčebná terapie pomocí přístroje Gloreha často kombinuje pohyby prstů s akustickými a vizuálními efekty, které mají za cíl zvýšení facilitace pacientových smyslů. Nejčastěji využívaný je 3D náhled, charakteristický tím, že ještě před započítáním pohybů prstů pacienta může klient sledovat ruku na obrazovce, jak vykonává zamýšlené cvičení. Výhodou je, že 3D ruka má mužskou i ženskou podobu, čímž lze jen podpořit výsledný efekt terapie. Lze měnit i pozadí, na kterém se 3D ruka vyskytuje. Různé pohyby mohou být například spojeny s různými barvami, či lze zobrazit typ krajiny nebo vkládat do pozadí trojrozměrné předměty. Akustické efekty mohou být nastaveny ať již jako doprovod při motorickém cvičení, tak umožňují i asociaci pohybu prstů s hudebními akordy či stupnicemi, což je výhodné pro pacienty, kteří mají zkušenost s hudebními nástroji či blízko k hudbě. Gloreha má dále například funkci s názvem: Krok za krokem. Tento efekt umožňuje nastavení řady zpráv, které jsou poskytovány pacientovi během terapie. Mohou být zadány v akustické či vizuální podobě a pacient tak může být krok za krokem veden průběhem procedury. Jedná se například o rozpoznávání prstů aktuálně zapojených do pohybu nebo to mohou být informace o typu probíhajícího motorického cvičení (*Gloreha Professional 2 Instruction Manual*, 2015, s. 57).

Druhý mód je určen pacientům, kteří mají zachován částečný aktivní rozsah pohybu. V tomto případě je robot vybaven systémem s impedančním řízením, díky kterému je schopen přizpůsobit se motorickému chování klientovi ruky (Gandolfi et al., 2019, s. 3). Systém je nastaven, aby detekoval aktivní pohyby a asistoval při snížení pacientovi aktivity aktivací svých motorů. Zde lze využít výběru z aktivně asistovaných cvičení. Například asistované uchopení objektu, kdy může přístroj pomáhat v kritické fázi pohybu. Pokud například klient není schopen dokončit extenzi prstů a pustit tak předmět, je mu po určitém časově nastaveném limitu pomáháno přístrojem. Tuto pomoc přístroje lze využít i pro uchopení volného objektu, překládání předmětů do krabice či stavbu věže nebo pyramidy z kostek (*Gloreha Professional 2 Instruction Manual*, 2015, str. 59).

Třetí mód, označován také jako herní, je určen pro pacienty s plným aktivním rozsahem pohybu, u kterých je ještě nutná například rehabilitace přesnosti, rychlosti, obratnosti, koordinace nebo svalové kondice ruky. Poskytuje široké spektrum motivačních, variabilních a přizpůsobitelných cvičení, ve kterých pacient trénuje aktivní pohyby. V interaktivních hrách pohybuje klient prsty většinou nezávisle na sobě a přístroj je využit k tomu, aby mu poskytl vhodnou zpětnou vazbu prostřednictvím obrazovky. Při terapii lze využít i reálných externích objektů, což podporuje nácvik běžných denních činností. Využit lze například psací potřeby, přístroj a jiné (www.btl.cz).

Gloreha obsahuje i bimanuální mód. Pomocí senzorické rukavice na zdravé končetině se pohyb přenáší do pasivní rukavice na postižené ruce. Pohyb je tedy pasivně generován přístrojem na základě aktivních pohybů zdravé ruky. To umožňuje trénink obou HKK současně. Jedná se o terapii řízenou pacientem. Klient může provádět pohyby prstů postižené ruky prostřednictvím volných pohybů prstů zdravých (www.btl.cz). Velká část našich aktivit denního života je prováděna bimanuálně (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 11). Výpadek funkce jedné ruky ovlivňuje všechny bimanuální aktivity (Vyskotová, Macháčková a Krejčí, 2021, s. 64). Při RAR lze využít například sekvenci cvičení ruky v pěst, kdy pacient provádí flexi a extenzi prstů současně na obou rukách. Vždy je vhodné klientovi sdělit, aby se snažil aktivně pohybovat oběma rukama. Časté je i cvičení úchopů, kdy pacient oběma rukama uchopuje a pouští reálné objekty. Tímto způsobem lze natrénovat i přenesení předmětu. Klient objekt uchopí, bude jím hýbat v prostoru, například ho někam přemístí, a následně ho z obou rukou pustí. Tohoto lze využít při nácviku nesení dvou hrníčků nebo nasazování brýlí (*Gloreha Professional 2 Instruction Manual*, 2015, s.111).

Pohyby tímto robotickým systémem, kterých lze využít jsou tedy následující. Pasivní, kdy je pacient po celou dobu rehabilitace veden přístrojem. Aktivně asistované, kterých je využíváno, má-li pacient zachovanou částečnou volní hybnost a snahu vykonat pohyb. V takovém případě se robotický systém zapojuje pouze při korekci pohybu v situacích, kdy je klientův pohyb nesprávný či nedostatečný pro zachování plného rozsahu pohybu. Aktivní, pokud pacient vykonává úkoly samostatně. Využit lze i cvičení rezistované, kdy robotický systém klade proti aktivnímu pohybu pacienta odpor. A bimanuální, pokud dochází k tomu, že se na robotickém přístroji provádí terapie oběma HKK. Princip tkví v tom, že postižená končetina se současně snaží o stejný pohyb jako zdravá, přičemž u postižené končetiny dochází k pasivnímu nebo aktivně asistovanému pohybu (Konečný a Wolfová, 2021, s. 106). Při RAR ruky systémem Gloreha v klinické praxi jsou nejvíce využívány pohyby pasivní a aktivně asistované. Asistence pohybu přitom funguje na stejném principu jako pohybová

terapie s dopomocí. Pasivní a aktivně asistovaný pohyb zabezpečuje také protahování svalů a vazů, čímž redukovat spasticitu (Konečný et al., 2017, s. 18-21).

Také Gloreha software poskytuje mnoho možností. Například interaktivní hry, které jsou doporučeny pro zkvalitnění koordinace, rychlosti a obratnosti, zejména v pokročilé fázi rehabilitace. Dále poskytuje video náhledy terapeutických cviků, zaznamenávání výsledků, zobrazování hodnot každého pacientova cvičení, čímž může být pacient dále motivován. I kliničtí pracovníci tak mohou sledovat a analyzovat jeho výkonnost, či vytvářet intuitivní grafy. Klient i terapeut tak mohou dostat přímou zpětnou vazbu o průběhu terapie (www.btl.cz).

Robotický systém Gloreha umožňuje značnou individualizaci. Terapeut může vybírat cvičební jednotku z mnoha jednotlivých cviků, lze nastavit rozsah pohybu každého prstu, dobu trvání, rychlost a pauzu každého cvičení. Všechny pohyby lze naprogramovat pro každého pacienta individuálně a i úroveň kompenzace je kalibrována podle hmotnosti paže a zbytkových ovládacích a pohybových schopností pacienta (Borboni, Mor a Faglia, 2016, s. 3).

RAR má potenciál zlepšit rozsah pohybu kloubů prstů ruky, zmírnit následky imobilizace, působit jako prevence kontraktur, redukovat otok a svalový hypertonus, podporovat zlepšení kloubního metabolismu, krevního zásobení a optimalizovat lymfatický oběh, zlepšit proprioceptivní stimulaci, optimalizovat úchopové funkce, zlepšit koordinaci, podílet se na redukci bolesti a zlepšit tak funkční nezávislost klientů (Konečný a Wolfová, 2021, s. 106).

Indikaci k RAR předepisuje lékař. Kontraindikacemi jsou těžká spasticita (stupně 4 MAS), výrazně omezená pasivní hybnost v pohybovaném segmentu, poruchy kožního krytu, nemožnost přizpůsobení robotické rukavice pacientovi, výrazné mimovolní pohyby či těžký kognitivní deficit a obecné kontraindikace pohybové terapie. Vhodnost terapie je vždy potřeba zhodnotit individuálně s ohledem na aktuální stav klienta. Důležité při robotické rehabilitaci je respektovat odpor tkání, důsledně regulovat rozsahy kloubního pohybu a věnovat zvýšenou pozornost bolestem, pokud by během cvičení nastaly (Kolářová et al., 2019, s. 107). RAR však může být, v případě indikace, využitelná i u bolestivějších stavů, jelikož mobilizace pomocí ní je pomalá, plynulá a velmi šetrná (Villafañe et al., 2018, s. 96-100).

1.2 Syndrom horního motoneuronu (SHM)

Při atace CMP dochází k lézím v sestupném kortikospinálním motorickém systému a extrapyramidových drahách. Léze centrálního motoneuronu vede k řadě klinických příznaků, které se dělí buď podle Jacksonova staršího konceptu na pozitivní a negativní nebo podle novějšího dělení patří k některému ze základních symptomů triády: paréza – zvýšená svalová aktivita – zkrácení svalu (Gál, Hoskovcová a Jech, 2015, s. 107). Kombinace symptomů je poté klíčovým rysem klinického stavu pacienta. Jejich souhrnem vzniká tzv. syndrom horního (centrálního, prvního) motoneuronu. Vývoj tohoto syndromu může trvat dny až měsíce od začátku postižení a projevy jednoho pacienta se mohou lišit od projevů jiného, přestože oba mají podobné poškození centrálního nervového systému (Brashear a Elovic, 2016, s. 3, 17).

1.2.1 Pozitivní příznaky

Pozitivní příznaky jsou charakterizovány svalovou hyperaktivitou, zvýšeným svalovým tonem či jinou formou nepřiměřených svalových kontrakcí (Kaňovský, 2015, s. 10). Projevují se abnormálním a stereotypním pohybem a výstižnými polohami. K tomu dochází na základě ztráty inhibice funkční nervové tkáně. Řadí se mezi ně: spasticita, spastická dystonie, hyperreflexie, klonus, spastické ko-kontrakce, asociované reakce, flexorové a extenzorové spasmy a pozitivní spastické pyramidové příznaky. Samotná spasticita je tedy pouze jedním z řady pozitivních příznaků SHM (Brashear a Elovic, 2016, s. 17).

1.2.1.1 Spasticita

Spasticita je klinický syndrom zvýšené svalové aktivity. Jedná se o poruchu svalového tonu způsobenou nadměrnou excitabilitou tonických napínacích reflexů. Vzniká abnormálním zpracováním proprioceptivních informací ze svalových receptorů v míšních strukturách a přemrštěnou odpovědí (Kaňovský, Bareš a Dufek, 2004, s. 83). Klinicky ji lze vnímat jako zvýšení odporu (zarážku, catch) při pasivním protažení svalu (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 15-16). Informace vznikající při pasivním protažení svalu ve svalových vřeténkách jdou skrze aferentní Ia vlákna do míchy a odtud zpět do svalu. Dochází k patologické nadměrné stimulaci alfa-motoneuronů a eferentní odpovědí je silná kontrakce. Čím rychleji je provedeno pasivní napínání, tím výraznější je reflexní aktivita a odpor kladený příslušnými svalovými segmenty. Velikost spastické kontrakce je tedy závislá na rychlosti protažení, dále také i na velikosti propínaného svalu (Kaňovský, Bareš a Dufek, 2004, s. 83-85). Spasticita se může lišit během dne, může se měnit s různými pozicemi nebo zvyšovat s nepříjemným podnětem (Brashear, 2016, s. 5). Jech, ve svém článku z roku 2015, zdůrazňuje, že spasticita sama o sobě nemůže nikdy nastat v klidu a nemůže být zodpovědná za abnormální posturu končetiny (Jech, 2015, s. 3).

1.2.1.2 Spastická dystonie

Spastická dystonie je podmíněna mimovolním stahem paretických svalů, který není vyprovokován zevním podnětem a který se vyskytuje za situace bez volní svalové aktivity (Jech, 2015, s. 3). Na rozdíl od spasticity je přítomna i v klidu a vede k abnormálnímu postavení končetiny. Bývá to z pravidla první věc, kterou si na pacientovi všimneme. Je viníkem atypické postury a často se projevuje jako Wernicke-Mannovo držení, viz dále. Je hlavní příčinou pacientova funkčního omezení (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 18).

1.2.1.3 Spastické ko-kontrakce

Jedná se o poruchu řízení reciproční svalové inhibice (Kaňovský, Bareš a Dufek, 2004, s. 86-87). Selhává její mechanismus a vzruch je současně veden k flexorům i extenzorům téhož svalového segmentu, čímž je spolu s agonistou aktivován i antagonist. To vede ke zhoršené koordinaci volního pohybu. Projevují se při aktivním pohybu a stupňují se s úsilím pacienta. Nejlépe patrné jsou při vykonávání alternujících pohybů (Jech, 2015, s. 3-4).

1.2.1.4 Asociované reakce

Asociované reakce, nazývané také jako spastické synkineze, jsou mimovolní, neúčelné, stereotypní motorické synergie, které doprovázejí volní pohyb, který je podněcuje. Vyskytují se v jiných svalech, než které jsou využívány při pohybu. U hemiparetických pacientů je nejtypičtějším příkladem zvýraznění spastické kontrakce flexorů HK při vynakládání velkého úsilí, například při chůzi. Může se jednat i o sdružený pohyb ramene při volním pohybu akra ruky či zrcadlový pohyb na druhostranné končetině (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 20-21).

1.2.1.5 Flekční a extenční spasmy

Vycházejí z flexorových a extenzorových reflexů. Vznikají na podkladě nepříjemného podnětu (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 18). Projevují se pomalu narůstající tonickou křečí, která postihuje několik sousedních segmentů. Netypičtějším příkladem je spastická trojflexe dolní končetiny po bolestivém podnětu v oblasti chodidla (Jech, 2015, s. 3).

1.2.2 Negativní příznaky

Negativní příznaky odrážejí ztrátu určité kapacity řízené poškozenou oblastí mozku. Mozková léze působí dysfunkci vyšší úrovně řízení pohybu za vzniku opakovaného stereotypního chování (nižší úroveň), kdy je pacient poměrně schopen ovlivnit zahájení a ukončení pohybu, ale už ne tak jeho obsah (Brashear a Elovic, 2016, s. 17-19). Patří sem: paréza, plegie, nadměrná a nepřiměřená svalová únava a slabost, zkrácení svalů, hypotonie, neobratnost a svalové dyskoordinace (Kaňovský, 2015, s. 10).

1.2.2.1 Paréza

Jedná se o oslabení svalové síly, které se může pohybovat v rozmezí od lehké parézy až k těžké plegii. Jde většinou o hlavní příčinu invalidity pacienta a příznak, který si klient uvědomuje nejvíce. Je podmíněna snížením svalové síly agonisty, způsobené centrální denervací, zvýšením tonu antagonisty, zhoršením koordinace, což je pro ruku zásadní problém, s ohledem zejména na jemnou motoriku, a zvýšenou unavitelností (Jech, 2015, s. 4). Paréza může být potencionována také samotným zkrácením spastického svalu, který ztrácí schopnost se dále kontrahovat i při částečně zachované inervaci (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 25).

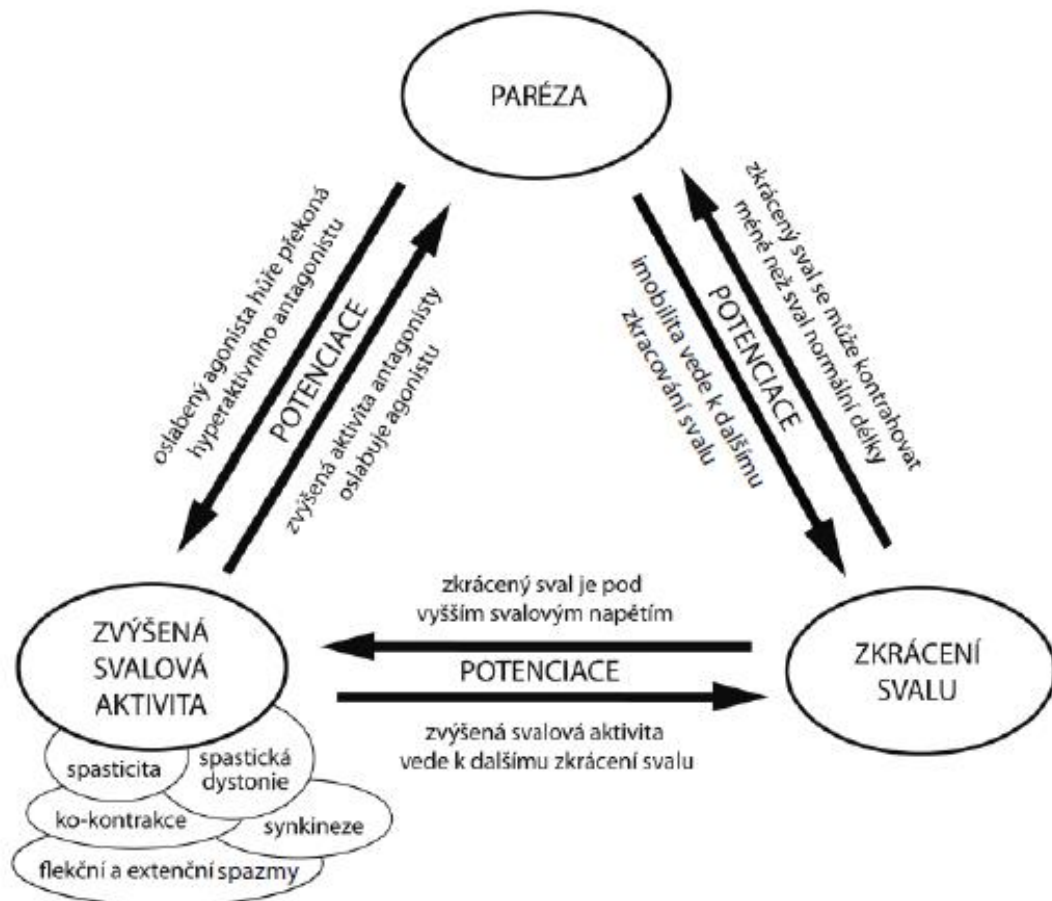
1.2.2.2 Zkrácení svalu

Zkrácením svalu často začíná tzv. začarovaný kruh (viz obrázek č. 3, s. 25), který často ústí v manifestaci kontraktur. Zkrácení značně omezuje pohyb antagonistů a znamená tak pro pacienty velké funkční omezení. To bývá velký problém u prstů ruky (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 73). Na HK jsou zkrácením postiženy zejména skupiny svalů: adduktory a vnitřní rotátory ramene, flexory lokte, supinátory předloktí, flexory zápěstí a prstů (Jech, 2015, s. 5). Grünerová-Lippertová ve své knize z roku 2015 udává, že jedním z nejvíce takto postižených jsou musculus flexor carpi radialis, musculus flexor digitorum superficialis (MFDS) a musculus flexor digitorum profundus (MFDP) (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 73).

Zkrácení svalu je zapříčiněno zejména jeho inaktivitou. Ve spastickém svalu dochází ke změnám viskoelasticity. Nastává snižování proteosyntézy, ubývání počtu sarkomer a jejich retrakce. Spastický sval ztrácí svoji pružnost a zvyšuje se v něm podíl kolagenního vaziva a tuku na úkor kontraktilních elementů. Ke zkrácování a atrofii odchází i v jeho okolních tkáních jako jsou fascie, šlachy, kloubní pouzdro (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 25). A dále nervy, cévy a kůže (Brashear a Elovic, 2016, s. 28). K těmto změnám dochází již několik hodin po nástupu parézy. Jak sval ztrácí svůj objem, atrofuje a zkracuje se, přizpůsobují se tomu i okolní měkké tkáně. Sval zkrácením také zvyšuje svůj odpor, což je dalším limitem pro jeho protažení. Společně s vysokým svalovým tonem poté ovlivňuje fyziologický rozsah pohybu. V konečném důsledku může docházet až k fixním kontrakturám (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 25).

Vzhledem k velkému množství projevů, ale i k lokalitě a velikosti postižení bývá SHM u pacientů často odlišný (Wilson a Raghavan, 2019, s. 245). Jeho jednotlivé příznaky se navzájem nepříznivě potencují. Nastává to, že oslabení a zkrácení svalu vede ke zvýšené svalové aktivitě, která následně vede k ještě většímu oslabení agonisty. Ten tak hůře

překonává svého antagonistu a zpětně potencuje zkracování svalu, které zvýrazňuje oslabení. To se podílí na poruše volných pohybů a zvýšení disability pacienta (viz obrázek č. 3, s. 25) (Jech, 2015, s. 16; Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 13). Celkově má SHM negativní dopad na mobilitu a funkční kapacitu jedince. Má-li být léčba paterické ruky úspěšná, musí být zaměřena na všechny tři prvky spastické parézy. Musí docházet k protahování svalů a posilování agonisty (Konečný, 2021, s. 180).



Obrázek č. 3: Neustálá potenciace základních symptomů syndromu horního motoneuronu (Jech, 2015, s. 16).

1.3 Dysfunkce ruky u syndromu horního motoneuronu

Postižení ruky u CMP se váže zejména k ischemii v průtoku arterie cerebri media (ACM), což se projevuje charakteristickým klinickým obrazem (Wilson a Raghavan, 2019, s. 115). Hlavním příznakem je hemiparéza, kontralaterální porucha hybnosti, v tomto případě vyjádřena zejména na HK a především akrálně. Spolu s tím přináší ischemie ACM i další obtíže jako jsou poruchy citlivosti, zorného pole, postižení mimických svalů a další (Kaňovský a Herzig, 2007, s. 30). Přítomné je zde tzv. Wernickeovo-Mannovo držení, které má typický spastický vzorec. V rámci HK se objevuje: deprese, addukce a vnitřní rotace v rameni, flexe v loketním kloubu spojená s pronací předloktí a flexe ruky a prstů. Postiženy jsou tak především pohyby do abdukce v rameni, extenze lokte a prstů (Kolář et al., 2009, s. 387-388). Postižení v povodí ACM, je velmi časté, vyskytuje se asi v 50% mozkových infarktů. Proto je také následné postižení HK jedno z nejčastějších (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 31).

Na typickém postavení spastické ruky má vliv mnoho faktorů. Na flekční kontraktuře prstů se podílí svaly MFDS a MFDP. Velikost jejich účasti na je možné rozlišit podle toho, jestli jsou distální interfalangeální klouby natažené, či nikoli. Jelikož MFDP se upíná na distální falangu, bude v případě jeho většího postižení distální interfalangeální kloub flektován, případě většího postižení MFDS nebude flexe tak markantní, jelikož MFDS se upíná na střední falangu a tím pádem bude více pokrčen proximální interfalangeální kloub. Často se stává, že ne všechny prsty vykazují stejně velkou flexi. Proto se lze více zaměřit i na konkrétní svalové fascikly flexorů ruky. Ke vzniku flekční kontraktury prstů v metakarpálních kloubech přispívají lumbrikální a interosseální svaly (Brashear a Elovic, 2016, s. 84). U spastické ruky bývají dysfunkční také musculus interosseus dorzalis I, musculus abduktor digiti minimi, musculus abduktor pollicis a musculus extensor pollicis longus. Tyto svaly, spolu s dalšími, tvoří základ pro pohyb jednotlivých prstů, zajišťují jejich posturální stabilizaci a přispívají k tvaru klenby ruky a k silovým úchopům. Při jejich postižení dochází k poškození těchto jejich funkcí (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 169-170). Typické postavení spastické ruky tedy omezuje pacienta v jeho běžných denních činnostech. Ulnární deviace a flekční postavení zápěstí s flexí prstů, které jsou sevřené do pěsti, velmi znesnadňuje úchop. Typické a úchop komplikující je také stáčení palce do flexe a addukce pod ostatní prsty (Konečný, 2021, s. 180). Mezi svaly, které se na tomto postavení palce, obvykle schovaného v dlani podílejí, se řadí musculus flexor pollicis brevis, musculus flexor pollicis longus a musculus adductor pollicis (Brashear a Elovic, 2016, s. 84). Jejich aktivace a

posílení je důležité nejen pro funkci ruky, ale i pro následné obnovení supinačních a pronačních pohybů předloktí (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 169-170).

Vliv SHM na akrom HK se projevuje především dysbalancemi ve svalových skupinách, to má negativní důsledky na klouby jimi ovládané. Kombinace jednosměrných tahů vede k jejich vynuceným stereotypním polohám (Brashear a Elovic, 2016, s. 17). Trvalé držení ruky a prstů ve flexi vytváří kožní záhyby, pod nimiž může macerovat kůže a jiné měkké tkáně, mohou se zde tvořit dekubity, což je půda pro vznik infekcí. Při vzniku trvalé flekční kontraktury ruky pak může docházet k zarůstání nehtů do dlaně. To se může stát výrazným zdrojem nocicepce a bránit tak úspěchu terapie (Brashear a Elovic, 2016, s. 17). Dále se vliv SHM na ruku může projevovat porušením plánování pohybu či porušením přizpůsobení pohybů vůči změnám prostředí a obecně vzájemnou inkompatibilitou mezi čítím a pohybem, kdy snížené vnímání má za následek sníženou zpětnou vazbu a ztrátu optimální koordinace pohybu (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 162). Postižení senzorické funkce ruky hraje významnou roli. Pokud dojde k poruše zpracování senzoričských informací, bývá postižena identifikace pomocí hmatu, čímž může být narušeno rozpoznání předmětu drženého v ruce, jeho hmotnosti či teploty (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 78-79). Postižena může být i identifikace polohy ruky, či pohybů, které postižená ruka vykonává. Narušenými zpětnovazebnými informacemi tedy trpí kvalita pohybu (Wilson a Raghavan, 2019, s. 116). Co se týká poruch manipulačních funkcí, narušena bývá zejména adaptace síly přtlaku při úchopu a zvedání předmětů. Přtlak je buď příliš silný a způsobuje neobratnou manipulaci, destrukci předmětů či svalovou únavu nebo je příliš slabý a předměty vypadávají z pacientova sevření (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 79).

Při postižení CNS mohou být poškozeny všechny funkce rukou (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 162). Při motorickém postižení může být klinický obraz klienta různý, od poruch jemné motoriky až po její kompletní plegii (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 87-88). Horší obratnost rukou vede k obtížnému konání běžných činností jako je například hledání mincí v peněžence, otáčení stránek v knize nebo zapínání knoflíků (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 80). Dále příjem potravy, sebeobsluha, hygiena nebo psaní. Tím negativně ovlivňuje život pacienta a může vést k jeho frustraci (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 15).

1.3.1 Funkce ruky

Ruce mají schopnost zastupovat mnoho funkcí. Umožňují oporu, přispívají k možnostem lokomoce, podílí se na schopnosti dorozumět se, díky nim můžeme manipulovat předměty a se záměrem je používat. Rukama automaticky provádíme každodenní úkony,

dokud však nedojde k jejich postižení (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 85). Základními funkcemi jsou: motorická, tedy manipulační, sensorická, posturálně-lokomoční a komunikační (Vyskotová, 2021, s. 20-27).

Manipulační funkce ruky zahrnuje mnoho úchopů a jejich kombinací, které vyžadují přesnost a koordinaci drobných svalů ruky a různě silný stisk prstů, jenž se musí dynamicky přizpůsobovat požadované aktivitě (Vyskotová, Macháčková a Krejčí, 2021, s. 64). Při manipulaci s objekty konáme často velmi koordinačně složité pohyby (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 10). Manipulace může být vykonávána jednou rukou či bimanuálně. Jedná se o souhru obou končetin. Tyto činnosti mohou být symetrické (držení bedny) nebo asymetrické (zacházení s přiborem) (Vyskotová, Macháčková a Krejčí, 2021, s. 64).

Senzorická funkce ruky umožňuje vnímat a poznávat vlastnosti předmětů kolem nás. Hmatová funkce je však v podstatě neoddělitelná od manipulační. Jejich vzájemné propojení vystihuje termín senzomotorika. Tento pojem udává souhru vjemů ze smyslových orgánů a tělesného pohybu. Jestliže chceme vykonat koordinovaný volní pohyb, potřebujeme k jeho provedení, mimo jiné i optimální aferentní signalizaci a její správné zpracování (Vyskotová, 2021, s. 21).

Posturálně-lokomoční funkci rukou můžeme pozorovat například při kvadrupedální lokomoci, kde uplatňují svou opěrnou funkci. Ruce se však zapojují i při jiných formách lokomoce, například při plazení, lezení, šplhání, plavání nebo chůzi po rukou (Vyskotová, 2021, s. 25-26). Při bipedální chůzi se ruce mohou uplatňovat ve funkci opory, kterou využíváme v průběhu celého našeho života, když si potřebujeme zabezpečit větší stabilitu (Wolfová et al., 2021, s. 98).

Komunikační funkci mají ruce, pokud vykonávají pohyby, které doprovázejí řečový projev. Gestikulace tak dodává sdělení hlubší význam. Z blízka mohou umožňovat osobní kontakt skrze doteky. Ke komunikačním funkcím rukou můžeme zahrnout i grafomotoriku (Vyskotová a Macháčková, 2013, s. 15).

1.3.2 Terapie paretické ruky

V neurologické rehabilitaci pacientů po CMP zaujímá terapie spastické parézy HK a zejména ruky širokou oblast. Postup při její terapii v klinické praxi je velmi různorodý. Terapeutické postoje jsou komplikovány velkou variabilitou v klinických obrazech pacientů a jejich dalšími přidruženými deficity (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 87). Terapeutická intervence paretické ruky vyžaduje promyšlený a multidisciplinární přístup zahrnující lékařskou péči, fyzioterapii, ergoterapii, ortotiku a další. Hlavním cílem by mělo být obnovení funkčních schopností pacienta v co největší míře, podpora jeho soběstačnosti a nezávislosti a

předejít sekundárním komplikacím. Léčba a terapie musí být individuální vzhledem k možnostem a schopnostem každého klienta, měla by být přizpůsobená jeho aktuálnímu stavu a potřebám (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 177). Specifickou rehabilitací ruky se zabývají ergoterapeuté. Jejich cílem je především dosažení maximálně funkčního a využitelného stavu postižené končetiny a naučení pacienta nezávislému a soběstačnému životu.

Při terapii paretické ruky lze obecně využít mnoho fyzioterapeutických technik. Jeden klient přitom může mít prospěch z kombinace metod větší užitek než jiný (Brashear a Elovic, 2016, s. 3). Důležité však je včasné zahájení rehabilitace. U pacientů po CMP se s používáním HK začíná již v prvních dnech od postižení centrální nervové soustavy (Vyskotová et al., 2021, s. 166). Klíčovým prvním krokem je zbavit se všech negativně působících podnětů, které mohou bránit progresi terapie. Na ruce to mohou být například zarůstající nehty, otlaky nebo dekubity. Další důležitou částí by měla být edukace klienta o jeho onemocnění a plánu terapie (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 183).

Rehabilitace by měla obecně probíhat zaměřením se na techniky udržení pružnosti svalů a neporušenosti kloubů, kdy součástí každodenní péče o pacienta se spasticitou, zejména v akutní fázi, by mělo být, antispastické polohování (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 183-198). Ruka by měla být polohována tak, aby ji měl klient neustále v zorném poli a pomáhala mu, orientovat se v prostoru. Akrum by mělo mít zachovanou klenbu, a pozice ruky by měla zachovávat její funkční rozsah. Jelikož ztráta aktivní postury akra souvisí s poruchou zapojení krátkých svalů ruky, což následně vede k jejich oslabení (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 166). Dále by měl být využíván progresivní stretching pro zlepšení viskoelastických vlastností měkkých tkání, pasivní pohyby v celém rozsahu, mobilizace kloubů, následované časnou mobilizací a cvičením pro udržení či zvýšení rozsahu pohybu. Zásadní je motorická reedukace s možností využití různých mechanických či robotických zařízení. Důležité přitom je provádět i aktivní cvičení za účelem zvýšení síly postižených svalů a zlepšení celkové kondice (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 183-198). Podstatnou částí terapie je podpora sensorických vjemů z paretické ruky, například s pomocí využití pomůcek různých, tvarů, povrchů či s využitím rozmanitého sensorického prostředí. Systematický program sensorické stimulace s následným uvědomováním si paretické ruky je podstatným prvkem pro obnovu její funkce (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 168-169). Svě místo v terapii ruky má i aplikace ortéz a dlah, zejména vzduchových, jako například PANat, pro dosažení antispastických poloh, redukci spasticity a zajištění kontroly nad postavením kloubů či jako prevence kontraktur nebo deformit (Štětkářová, Ehler a Jech,

2012, s. 183-198). V rámci antispastické terapie lze využít i speciální motodlahy a robotické přístroje, které pracují v antispastických vzorcích (Konečný, 2021, s. 181). Dále lze v terapii využít komplexní metody na neurofyziologickém podkladě jako například: Vojtovu reflexní lokomoci, Bobath koncept nebo Proprioceptivní neuromuskulární facilitaci. Využívaný je také trénink se zaměřením na konkrétní činnost (task-oriented training), či techniky založené na principu zpětné vazby (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 205-208). Dále přístup nácviku konání běžných denních činností (ADL approach), kdy správné a cílené zapojení ruky do každodenních aktivit umožňuje pacientovi zlepšit senzomotorický zážitek (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 168). V neurorehabilitaci ruky se využívá také přístup stupňování aktivit (graded activities approach) nebo kompenzační přístup (compensatory approach). Mezi známé využívané metody v terapii paretické ruky jsou například terapie vynuceného používání (constraint-induced movement therapy – CIMT) nebo zrcadlová terapie (mirror therapy) (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 205-208). Podstatnou roli hraje i možnost využití fyzikální terapie, zejména elektrostimulace, kryoterapie, termoterapie, hydroterapie či elektroanalgezie (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 208-210).

Podstatou rehabilitace pacientů po CMP je zejména vysoce repetitivní cvičební trénink zaměřený na konkrétní úkoly prováděné ve variabilním prostředí, který vyvolává v mozku neuroplastické změny, které vedou k restituci motorických funkcí a zvýšení funkční výkonnosti (Wilson a Raghavan, 2019, s. 236).

Na efektivním fungování ruky se podílejí jak systémy zodpovědné za selektivní a cílem orientovaný pohyb, tak systémy odpovědné za posturální kontrolu a rovnováhu. Ty spolu musejí optimálně spolupracovat. Pohyb akra je významně ovlivňován proximálními segmenty, což je nutné mít na paměti při terapii. Proximální segment, v tomto případě pletenec ramenní, je základnou posturální kontroly předloktí a ruky, čímž významně ovlivňuje akrální pohyb. Například pro efektivní dosahování je důležitá koordinace trupu s HKK. U pacientů s CMP, kdy dochází k postižení celé poloviny těla, bude vždy určitá posturální odchylka. Nastavení trupu tedy může ovlivnit možnosti dosahu HK pacienta. Proto je důležité se například při nácviku úchopů nezaměřovat pouze na akrum, ale i na celou HK, ramenní pletenec a trup, jelikož snížení antigravitační aktivity svalstva trupu může vést ke ztrátě centrované pozice glenohumerálních kloubů a těžký hypotonický ramenní pletenec tak může napřímení trupu ještě více inhibovat, což může následně ovlivňovat i posturu a rovnováhu (Macháčková, Konečný a Vyskotová, 2021, s. 163-164). Pacienti po CMP, zejména v raných fázích onemocnění, používají k dosažení svých cílů také určité kompenzační strategie, například k uchopení předmětů mohou využívat flexi metakarpofalangeálního kloubu namísto

flexe proximálního interfalangeálního kloubu (Wilson a Raghavan, 2019, s. 44). Ačkoli použití těchto abnormálních strategií může vést k počátečnímu úspěchu jedince při plnění úkolu, tato efektivita se časem snižuje a při absenci korekce tohoto abnormálního motorického chování může docházet k rozvoji naučeného špatného používání ruky, kterému je třeba výše zmíněnými technikami předcházet (Wilson a Raghavan, 2019, s. 117).

Vyjma rehabilitace se v terapii paretické ruky objevuje také role farmakoterapie, ať už celková perorálními léčivými, intratekálně (kdy léčivo poté koluje kolem mozkových plen v likvoru) či fokální s využitím botulotoxinu, který se používá formou intramuskulární injekční aplikace pod elektromyografickou nebo ultrazvukovou kontrolou a vede k ireverzibilní blokádě uvolňování acetylcholinu na neuromuskulární ploténce, kdy následkem toho dochází k ireverzibilní chemické denervaci. Tento efekt trvá asi 8-12 týdnů, po kterých se s novým růstem axonů objevuje i reverzibilita přenosu acetylcholinu (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 69). Aplikace tohoto přípravku je indikována, mimo jiné, také při spasticitě flexorů HK. Po aplikaci toxinu je nutné provádět intenzivní rehabilitaci, čímž je možné zvýšit a využít léčebný potenciál této látky (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 71).

Chirurgická léčba paretické ruky zahrnuje operační výkony, které by měly být provedeny až v případě, vyčerpání možností konzervativní terapie (Štětkářová, Ehler a Jech, 2012, s. 183).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo ověření efektivity jednoměsíční roboticky asistované rehabilitace ruky s využitím systému Gloreha Professional II na spasticitu flexorů prstů, funkci ruky a soběstačnost pacientů se spastickou parézou.

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1 (VO₁): Má roboticky asistovaná rehabilitace vliv na snížení spasticity prstů postižené ruky?

H₀₁: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle Modifikované Ashwortovy škály (MAS) po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A1}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle MAS po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H₀₂: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle MAS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A2}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle MAS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H₀₃: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle Tardieu škály (TS) po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A3}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle TS po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H₀₄: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle TS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A4}: Existuje statisticky významná změna rozdílu spasticity podle TS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Vědecká otázka č. 2 (VO₂): Má roboticky asistovaná rehabilitace vliv na zlepšení úchopových funkcí ruky?

H₀₅: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu úchopových funkcí ruky podle Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (SVH) po terapii mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A5}: Existuje statisticky významná změna rozdílu úchopových funkcí ruky podle SVH po terapii mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Vědecká otázka č. 3 (VO₃): Má roboticky asistovaná rehabilitace vliv na zvýšení soběstačnosti pacienta?

H₀₆: Neexistuje statisticky významná změna rozdílu v soběstačnosti pacientů při všedních denních činnostech podle základního Indexu Barthelové (BIZ) mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H_{A6}: Existuje statisticky významná změna rozdílu v soběstačnosti pacientů při všedních denních činnostech podle BIZ mezi experimentální a kontrolní skupinou.

3 METODOLOGIE VÝZKUMU

3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

K výzkumu do této diplomové práce byli vybráni pacienti po prodělání CMP se spastickým postižením ruky. Sběr dat probíhal v Centru léčebné rehabilitace nemocnice Prostějov v období od června do prosince roku 2021. Zhodnoceno bylo celkem 67 pacientů, jejich průměrný věk byl 68,8 let, směrodatná odchylka 10,4. Minimální věk byl 41 let a maximální věk byl 88 let (viz příloha č. 3, s. 81). Výzkum zahrnoval 34 žen a 35 mužů. V 56 případech pacientů se spastickým postižením ruky se jednalo o ischemickou CMP, ve 13 případech šlo o hemoragickou.

Indikačními kritérii byla: schopnost spolupráce pacienta při měření a rehabilitaci, míra spasticity prstů stupně 1-3, hodnocena podle MAS.

Vylučujícími kritérii byla: neschopnost spolupráce pacienta při měření a rehabilitaci, žádná či příliš velká spasticita ruky, hodnocena 4 podle MAS, trofická či závažná ortopedická porucha končetiny (například amputace prstů) a příznaky jakéhokoli akutního onemocnění.

Pacienti byli náhodně rozděleni na experimentální a kontrolní skupinu. Experimentální skupina zahrnovala 36 pacientů v průměrném věku 67,7 let, směrodatná odchylka byla 11,1. Minimální věk byl 43 let a maximální 87 let. Tato skupina zahrnovala 15 žen a 21 mužů. Kontrolní skupina zahrnovala 31 pacientů v průměrném věku 70,3 let, směrodatná odchylka byla 9,7. Minimální věk byl 41 let a maximální 88 let. Tato skupina zahrnovala 19 žen a 12 mužů (viz příloha č. 4, s. 82-84).

Všichni pacienti byli s průběhem měření předem seznámeni. Realizace experimentu byla schválena Etickou komisí FZV UP (viz příloha č. 2, s. 80). Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas (viz příloha č. 1, s. 78-79).

3.2 Průběh výzkumu

Všichni pacienti absolvovali standardní, individuálně zaměřenou fyzioterapii a ergoterapii po dobu 1 měsíce. Rozdíl v obou hodnocených skupinách spočíval v tom, že klienti z experimentální skupiny se po dobu své léčby účastnili každodenní terapie pomocí robotického přístroje Gloreha Professional II v intenzitě 5 hodin týdně po dobu pěti sezení. V kontrolní skupině byla terapie pomocí robota omezena pouze na 1 hodinu týdně po dobu jednoho sezení a zbytek terapeutického času jim byla poskytována konvenční fyzioterapie a ergoterapie, tak aby byl v obou skupinách vždy zajištěn stejný počet terapeutických hodin. Hodnocení klientů probíhalo první a poslední den terapie.

RAR probíhala vždy ve stejnou denní dobu a co nejstálejším způsobem. Pacient seděl před obrazovkou, dolní končetiny se opíraly o zem. K přístroji byl k dispozici i polohovatelný stůl s nástavcem pro oporu HK, kdy afektovaná končetina byla napolohována do mírné abdukce a flexe v ramenním kloubu a semiflexe v kloubu loketním. Zápěstí bylo fixováno polohovací dlahou v mírné dorzální flexi tak, ale tak aby prsty zůstaly volné. Na prsty byla navlečena rehabilitační rukavice, jejíž velikost byla přizpůsobená velikosti ruky pacienta. Rukavice byla nejprve nastavena do polohy s extendovanými prsty a individuálně byl vybrán vhodný program pro terapii hybnosti, rozsahu pohybu a koordinace prstů postižené ruky klienta.

3.3 Použité metody výzkumu

Spasticita ruky byla hodnocena podle MAS a TS. Měřeny byly MFDS a MFDP. Testovacím segmentem byl prostředníček paretické ruky.

MAS je mezinárodně známá a široce rozšířená škála ke klasifikaci stupňů spasticity a jejích změn v průběhu rehabilitace a jiné léčebné terapie. Vychází z Ashwortovy škály spasticity. Její modifikovaná verze má větší senzitivitu z hlediska přidání stupně 1+, který se od prvního stupně liší lokalizací přítomnosti zvýšeného tonu (zarážky, catche). Míra spasticity je tedy hodnocena šestistupňovou škálou od 0 do 5 (Grünerová-Lippertová, 2015, s. 53). Hodnotí se pasivní protažení svalu z jeho maximálního zkrácení do maximálního protažení v průběhu 1 vteřiny. Sleduje se, kdy se objeví zarážka (catch), tedy míra odporu, kterou sval klade terapeutovu pasivnímu protažení (Ehler, 2015, s. 21). V klinické praxi je často využívána díky své jednoduchosti a časové nenáročnosti (Štětkařová et al., 2012, s. 34). Hodnotí však jen stupeň rezistence svalu, nikoli však potenciální retrakci vaziva (Brashear a Elovic, 2016, s. 74; Gracies et al., 2010, s. 413-415). Nevýhodou je tedy hodnocení jak neurální, tak periferní (viskoelastické) složky svalového tonu dohromady (Ehler, 2015, s. 22; Patrick a Ada, 2006, s. 176-180). (viz příloha č. 5, s. 85).

U TS naopak dochází k porovnávání hraničního úhlu reakce spastického svalu na protažení během tří předem daných rychlostí. Nejnižší (V1) je charakteristická tím, že je pod hranicí vyvolávající záškub a poskytuje tak hodnocení rozsahu pasivního pohybu. Střední (V2) se rovná rychlosti pádu segmentu končetiny na základě gravitace a při hodnocení se nevyužívá. Nejvyšší (V3) u pacientů vyvolává záškub. Hodnocení probíhá na základě stanovení úhlu spasticity, což je rozdíl mezi výslednými úhly pomalého a rychlého protažení. Pro kvantifikaci jsou využívány goniometrické nálezy v kloubu ovládaného danými svaly. (Gracies et al., 2010, s. 413-415). TS je výhodná zejména proto, že u ní dochází k rozlišení nervových a periferních faktorů, tedy mezi spasticitou, v souvislosti se zvýšením svalového

tonu, a retrakcí vaziva. To má podstatný vliv na indikaci terapie (Patrick a Ada, 2006, s. 176-180). (viz příloha č. 6, s. 86).

Funkce ruky byla hodnocena pomocí SVH. Tento test umožňuje hodnotit kvalitu funkce ruky, konkrétně jejich dílčích pohybů při úchopu, u pacientů po CMP (Vyskotová, Macháčková a Dufek, 2013, s. 106). Úkolem je uchopení plné plechovky od nápoje, zvednutí, přenesení a puštění. Hodnotí se tyto čtyři fáze pohybu: dosahování, příprava úchopu a vlastní úchop, manipulace s plechovkou a uvolnění ruky. Škála má 6 stupňů, pacient je ohodnocen body v rozsahu od 0 – žádný výkon po 5 – kvalitní výkon, přičemž každá dílčí komponenta pohybu je hodnocena zvlášť. Maximální skóre, které může pacient získat je 20 bodů (Hillierová et al., 2006, s. 108). (viz příloha č. 7, s. 87).

Soběstačnost pacienta byla hodnocena pomocí BIZ (viz příloha č. 8, s. 88). Tento test hodnotí schopnost pacientů vykonávat činnosti běžného denního života. Posuzuje schopnost pohybu, ovládání vegetativních funkcí, míru soběstačnosti a potřebu asistence další osoby (Ehler, 2015, s. 20-21). Hodnocení probíhá na třístupňové škále s bodovým ohodnocením: 10, 5 nebo 0 bodů. Je využíván pro hodnocení pacientů při přijetí, zejména do rehabilitačních center či nemocnic, a jako nástroj k posouzení průběhu a výsledků progresu rehabilitace či pro možné propuštění do domácího prostředí.

3.4 Metody statistického hodnocení

Naměřená data byla zapsána do tabulek v programu Microsoft Office Excel 2007 a následně zpracována v programu STATISTICA 12. Nejprve byla provedena popisná statistika kontrolní i experimentální skupiny. V této skupině byly vypočítány následující hodnoty: průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum. Naměřená data byla z důvodu ne normálního rozložení hodnocena podle neparametrických testů. Pro hodnocení byl použit neparametrický Mann-Whitneyův U Test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Výsledky byly zpracovány v grafické formě.

4 VÝSLEDKY

Komentář k tabulce č. 1 a obrázku č. 4:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot spasticity hodnocené podle MAS pro MFDS. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 1 a na obrázku č. 4, s. 38.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu hodnot spasticity podle MAS po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Nelze tedy konstatovat, že by robotická rehabilitace měla podle hodnocení MAS vliv na spasticitu MFDS.

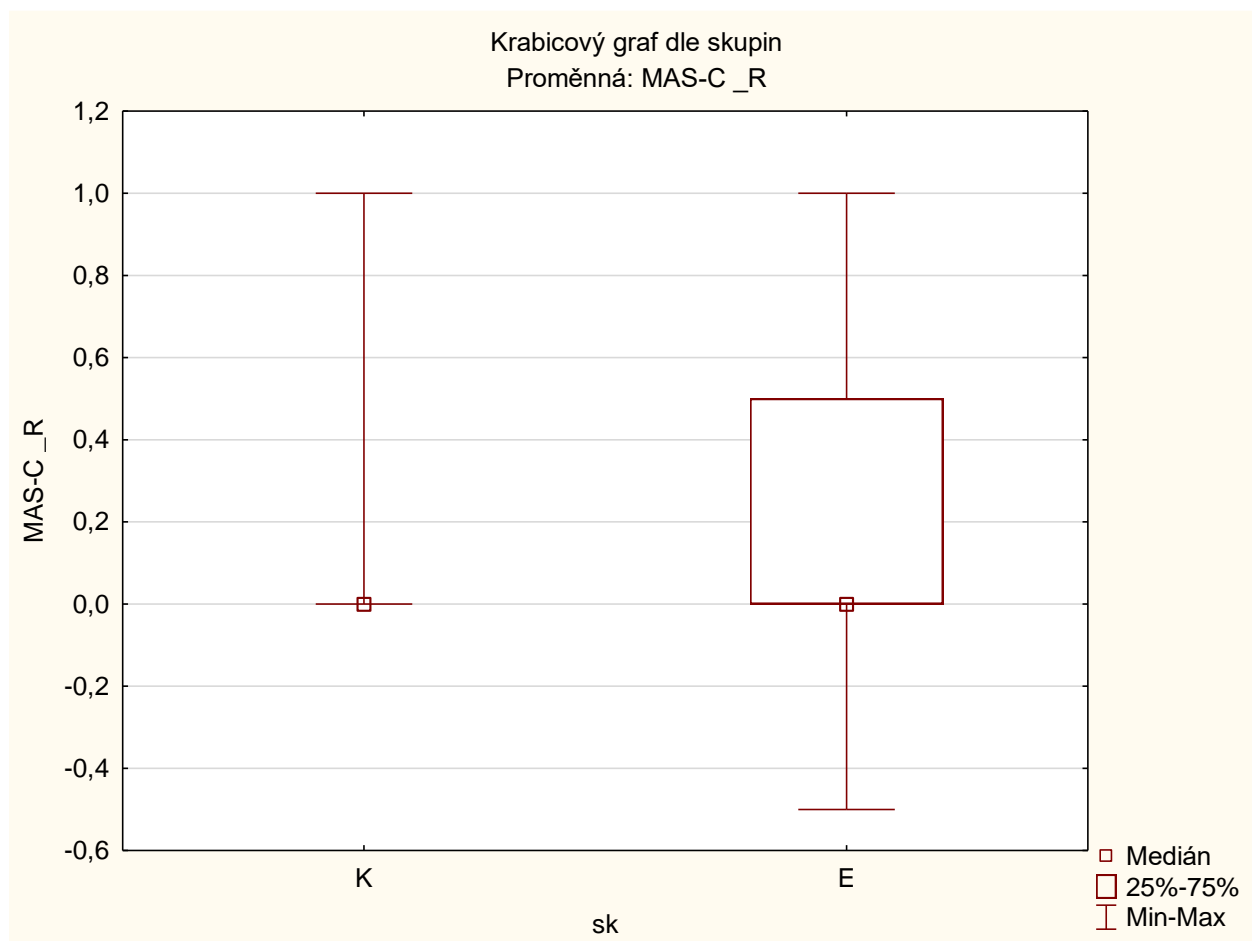
Tabulka č. 1: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro MFDS před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
MAS-C_R	1264,5	1013,5	517,5	-0,635	0,525

Legenda k tabulce č. 1:

MAS-C_R – rozdíl hodnot MAS pro MFDS před a po terapii, E – hodnota MAS pro MFDS v experimentální skupině, K – hodnota MAS pro MFDS v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 4: Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro MFDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 4:

MAS-C_R – průměrná hodnota MAS pro MFDS, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

Komentář k tabulce č. 2 a obrázku č. 5:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot spasticity hodnocené podle MAS pro MFDP. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 2 a obrázku č. 5, s. 40.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu hodnot spasticity podle MAS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou. Nelze tedy konstatovat, že by robotická rehabilitace měla podle hodnocení MAS vliv na spasticitu MFDP.

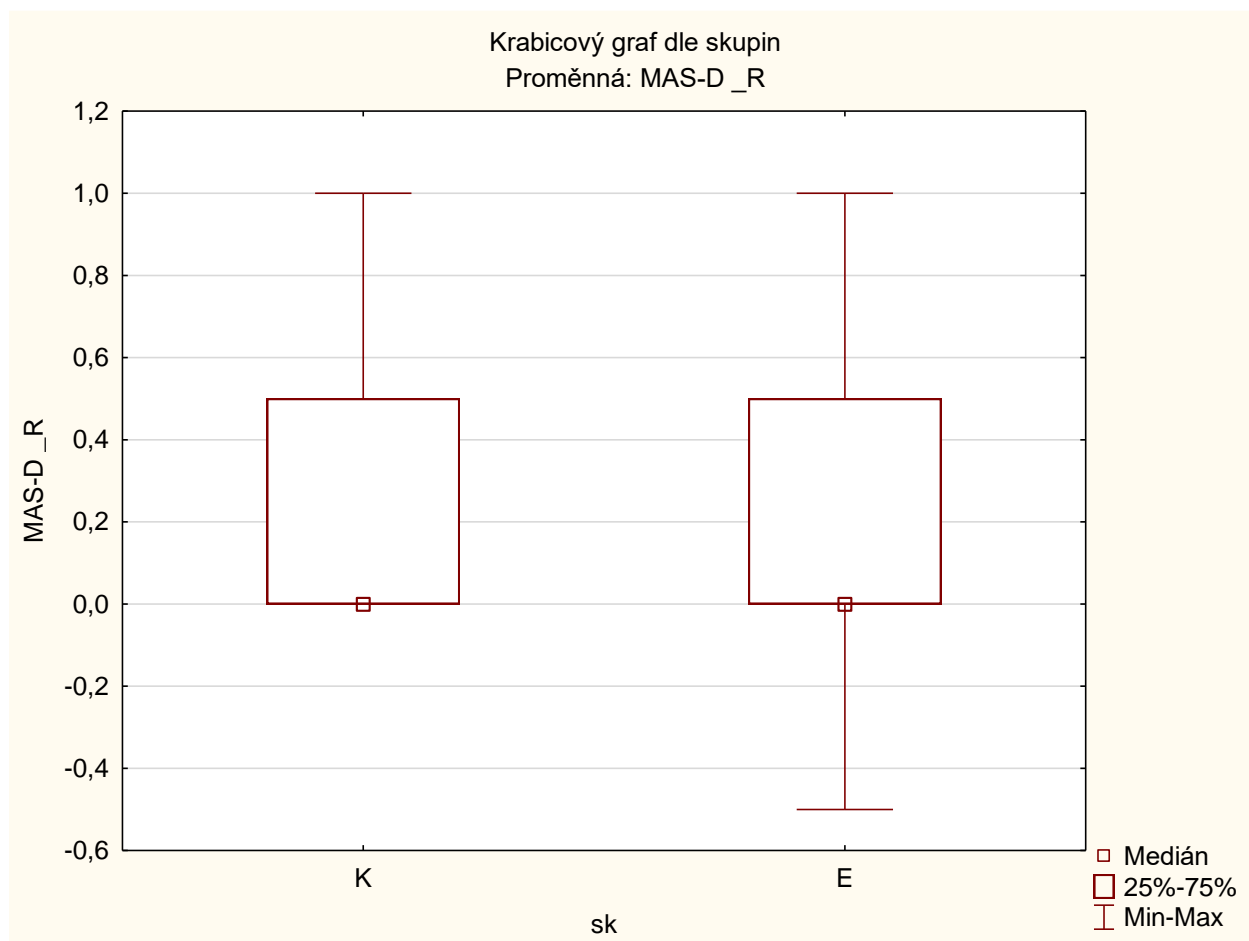
Tabulka č. 2: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro MFDP před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
MAS-D_R	1283	995	499	-0,864	0,388

Legenda k tabulce č. 2:

MAS-D_R – rozdíl hodnot MAS pro MFDP před a po terapii, E – hodnota MAS pro MFDP v experimentální skupině, K – hodnota MAS pro MFDP v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 5: Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro MFDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 5:

MAS-D_R – průměrná hodnota MAS pro MFDP, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

Komentář k tabulce č. 3 a obrázku č. 6:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot spasticity hodnocené podle TS pro MFDS. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 3 a obrázku č. 6, s. 42.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu hodnoty spasticity podle TS po terapii MFDS mezi experimentální a kontrolní skupinou. Nelze tedy konstatovat, že by robotická rehabilitace měla podle hodnocení TS vliv na spasticitu MFDS.

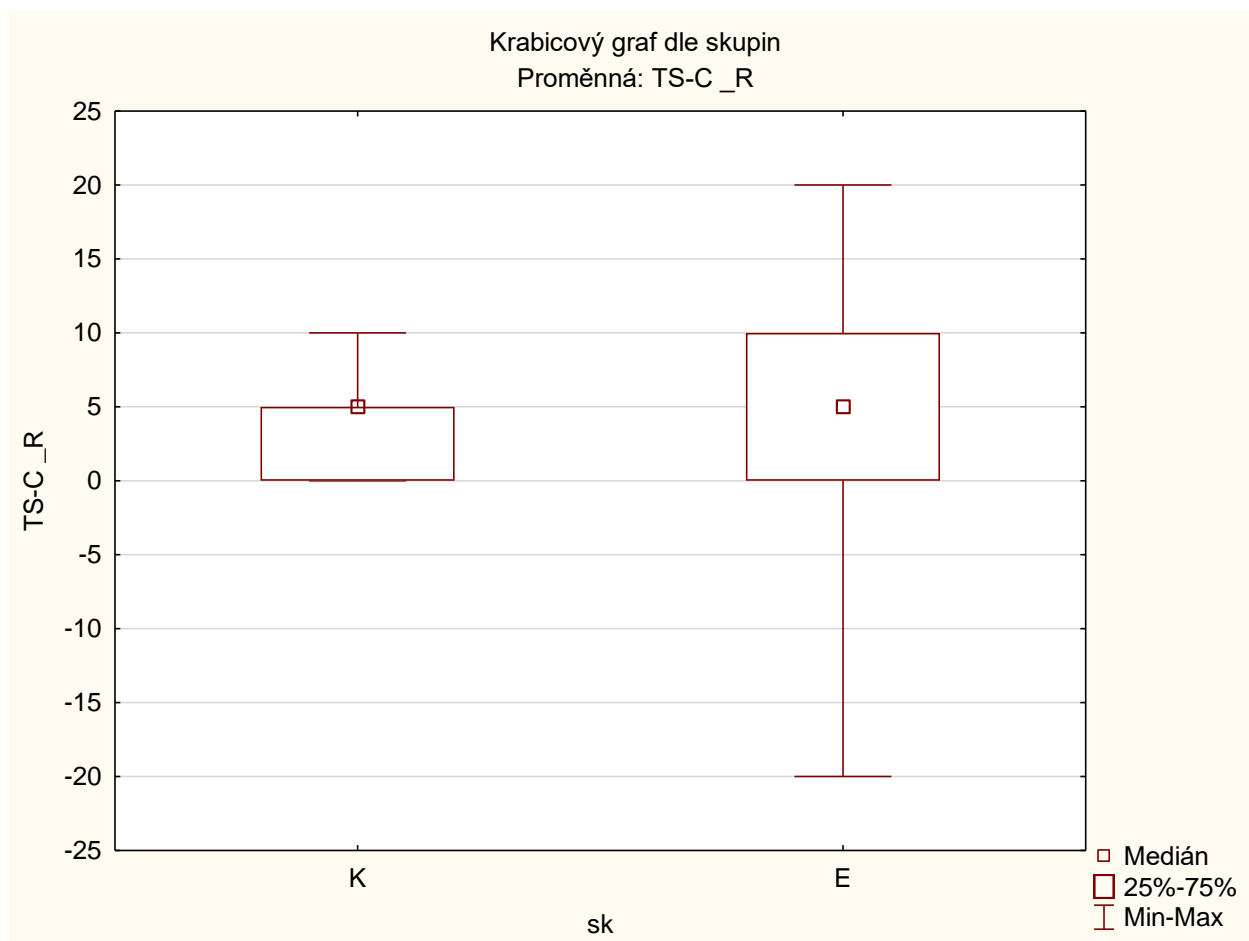
Tabulka č. 3: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot TS pro MFDS před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
TS-C_R	1330,5	947,5	451,5	-1,411	0,158

Legenda k tabulce č. 3:

TS-C_R – rozdíl hodnot TS pro MFDS před a po terapii, E – hodnota TS pro MFDS v experimentální skupině, K – hodnota TS pro MFDS v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 6: Krabicový graf rozdílu hodnot TS pro MFDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 6:

TS-C_R – průměrná hodnota TS pro MFDS, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

Komentář k tabulce č. 4 a obrázku č. 7:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p větší než 0,05. Výsledek nepotvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot spasticity hodnocené podle TS pro MFDP. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 4 a obrázku č. 7, s. 44.

Na základě tohoto statistického výsledku se potvrzuje nulová hypotéza H_0 : Neexistuje statisticky významná změna rozdílu hodnot spasticity podle TS po terapii MFDP mezi experimentální a kontrolní skupinou. Nelze tedy konstatovat, že by robotická rehabilitace měla podle hodnocení TS vliv na spasticitu MFDP.

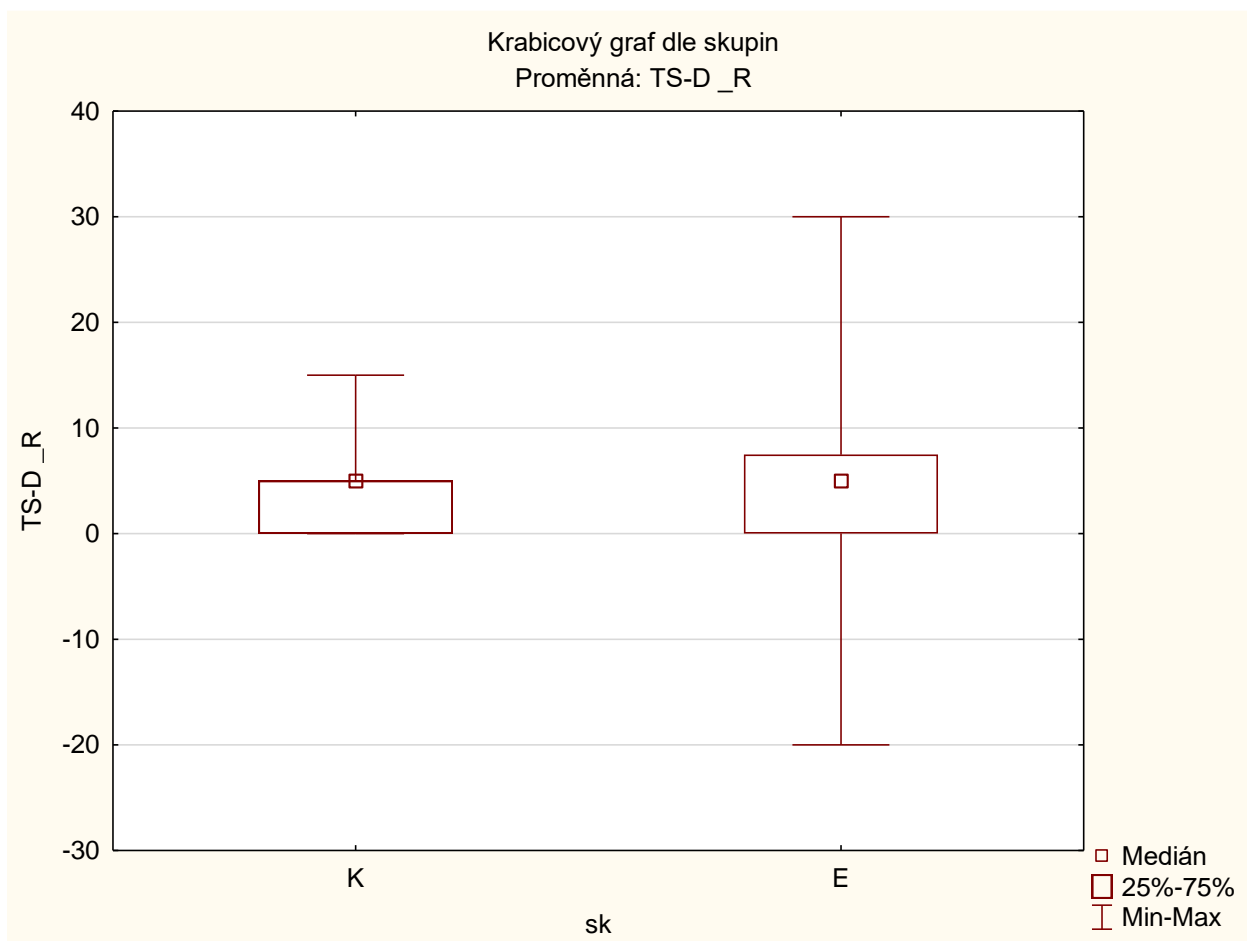
Tabulka č. 4: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot TS pro MFDP před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
TS-D_R	1294,5	983,5	487,5	-0,941	0,347

Legenda k tabulce č. 4:

TS-D_R – rozdíl hodnot TS pro MFDP před a po terapii, E – hodnota TS pro MFDP v experimentální skupině, K – hodnota TS pro MFDP v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 7: Krabicový graf rozdílu hodnot TS pro MFDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 7:

TS-C_R – průměrná hodnota TS pro MFDP, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

Komentář k tabulce č. 5 a obrázku č. 8:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 5 a obrázku č. 8, s. 46.

Na základě tohoto statistického výsledku se zamítá nulová hypotéza a potvrzuje se alternativní H_A5 : Existuje statisticky významná změna rozdílu úchopových funkcí ruky podle SVH po terapii mezi experimentální a kontrolní skupinou. Lze tedy konstatovat, že robotická rehabilitace má podle hodnocení SVH vliv na zlepšení úchopových funkcí ruky.

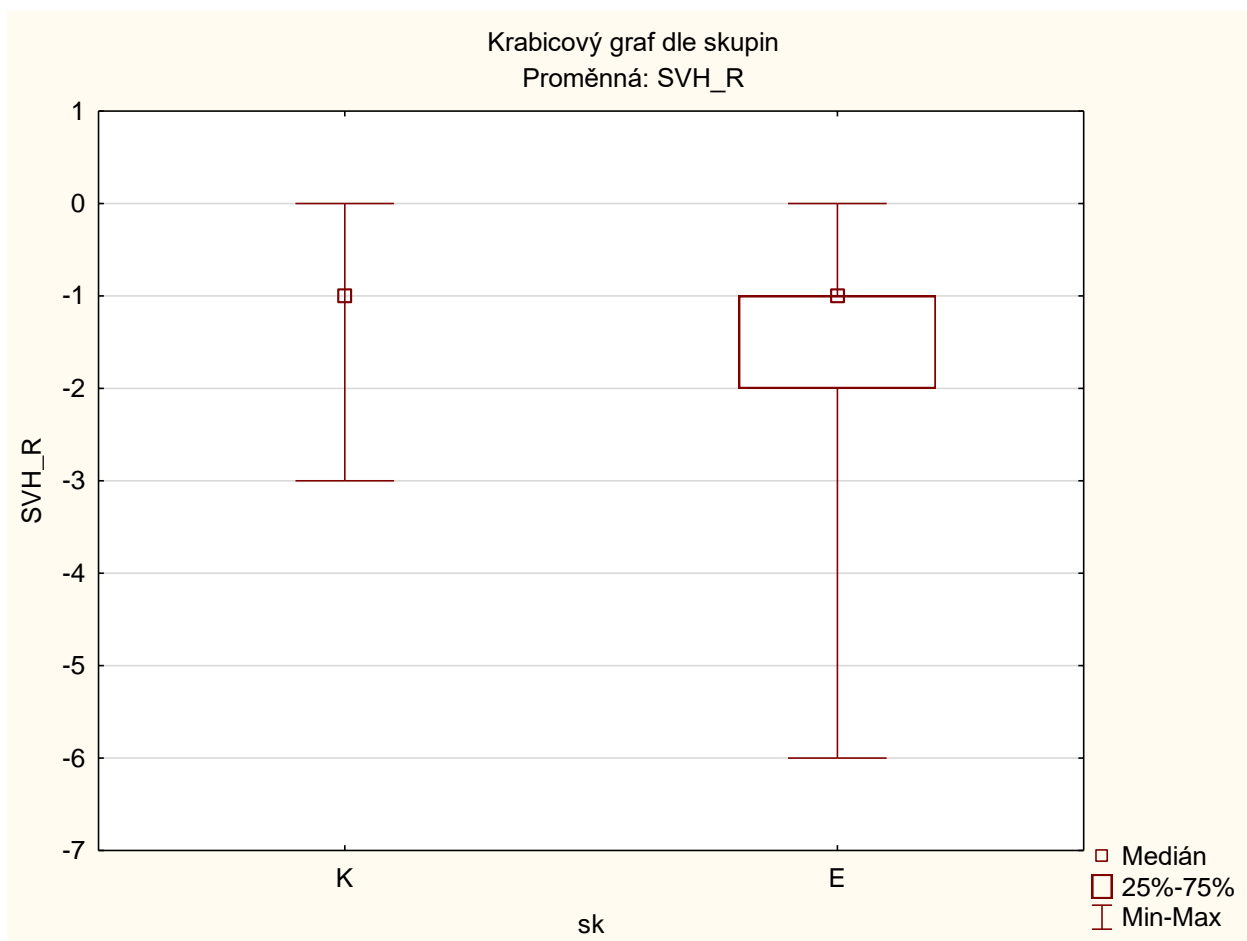
Tabulka č. 5: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
SVH_R	1082	1196	416	2,08	0,038

Legenda k tabulce č. 5:

SVH_R – rozdíl hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH před a po terapii, E – hodnota SVH v experimentální skupině, K – hodnota SVH v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 8: Krabicový graf rozdílu hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 8:

SVH_R – průměrná hodnota SVH, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

Komentář k tabulce č. 6 a obrázku č. 9:

Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledek potvrzuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v parametru změn hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 6 a obrázku č. 9, s. 48.

Na základě tohoto statistického výsledku se zamítá nulová hypotéza a potvrzuje se alternativní H_A6 : Existuje statisticky významná změna rozdílu v soběstačnosti pacientů při všedních denních činnostech podle BIZ mezi experimentální a kontrolní skupinou. Lze tedy konstatovat, že robotická rehabilitace má podle hodnocení BIZ vliv na zlepšení soběstačnosti pacientů s paretickým postižením ruky při všedních denních činnostech.

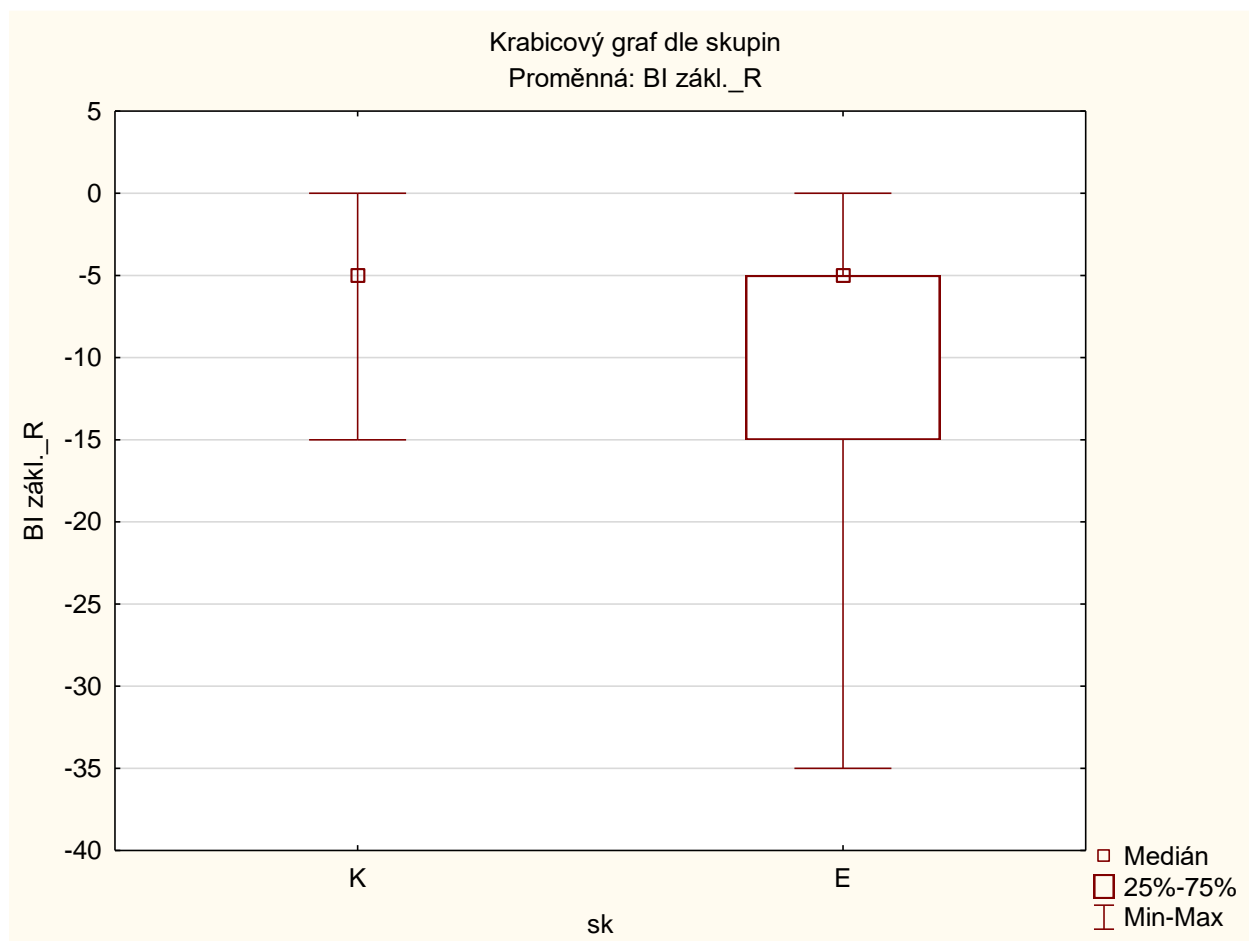
Tabulka č. 6: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Mann-Whitneyův U Test					
	E	K	U	Z	p
BI zákl. R	1009,5	1268,5	343,5	2,962	0,003

Legenda k tabulce č. 6:

BI zákl._R – rozdíl hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ před a po terapii, E – hodnota BIZ v experimentální skupině, K – hodnota BIZ v kontrolní skupině, U – hodnota testovaného kritéria, Z – testované kritérium, p – hladina statistické významnosti

Obrázek č. 9: Krabicový graf rozdílu hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny.



Legenda k obrázku č. 9:

BI zákl._R – průměrná hodnota BIZ, E – experimentální skupina pacientů,
K – kontrolní skupina pacientů

5 DISKUZE

Existují určité okruhy informací ohledně RAR, na kterých panovala v příslušných studiích obecná shoda. Touto informací byl zejména nejvíce zmiňovaný přínos RAR a to v poskytování vysoce intenzivní, opakovatelné terapie s ulehčením fyzické práce rehabilitačnímu personálu (Bertani et al., 2017, s. 2; Duret et al., 2015, s. 57-63; Gassert a Dietz, 2018, 10-12; Gál, Hoskovicová a Jech, 2015, s. 113; Konečný a Wolfová, 2021, s. 101-102; Morone et al., 2020, s. 6-7; Taveggia et al., 2016, s. 772; Vanoglio et al., 2017, s. 351-360; Villafañe et al., 2018, s. 96-100; Wilson a Raghavan, 2019, s. 235; Zhang et al., 2018, s. 10-11). Stejně tak jako shody, vládly mezi studii i určité rozdílné názory a to zejména ohledně délky, intenzity a dávkování robotické terapie.

Wilson a Raghavan, ve své knize z roku 2019 uvádějí, že hlavním opodstatněním využívání robotických přístrojů v rehabilitaci je, že mohou sloužit jako zařízení, která usnadňují a šetří fyzickou práci fyzioterapeutům. Umožňují totiž vykonat větší množství intenzivní rehabilitační terapie bez výrazného fyzického zatížení terapeutického personálu. Popisují, že uživatelé robotických zařízení mohou za stejně dlouhou rehabilitační jednotku vykonat více pohybů ve srovnání s konvenční rehabilitací (Wilson a Raghavan, 2019, s. 235-236). S tímto názorem se ztotožňuje i studie z roku 2018, která hodnotila účinnost RAR u pacientů s postižením ruky po CMP. Za největší výhodu terapeutické intervence s rukavicí Gloreha považují autoři to, že jakmile terapeut robotickou rukavicí nastaví, může pacienta nechat cvičit relativně samotného a jen dohlížet či korigovat jeho pohyby, čímž se snižuje potřeba individuální kvalifikované terapeutické intervence pro pasivní cvičení rozsahu pohybu ruky pacientů. Uvádějí, že RAR může snížit náklady na zdravotnickém personálu s ohledem na pasivní manuální terapii až o 70% (Villafañe et al., 2018, s. 96-100). Stejně tak se s tímto názorem ztotožňuje i studie z roku 2017, která měla za cíl zhodnotit proveditelnost a účinnost RAR ruky pomocí přístroje Gloreha Professional II u pacientů po subakutní CMP. Autoři uvádějí, že první tři dny terapie vyžadovaly u experimentální skupiny větší časovou investici z hlediska správného vybrání a nasazení rukavice a aktivaci softwaru a zařízení, jelikož během této počáteční fáze musel fyzioterapeut přizpůsobit zařízení velikosti ruky každého pacienta a vybrat a nastavit terapeutický program. Vedení terapie pomocí zařízení Gloreha Professional II bylo však následně jednoduché, čímž předčilo terapii v kontrolní skupině. Hlavním výsledkem této studie bylo, že je možné provádět intenzivní RAR ruky s nižšími náklady než na konvenční léčbu a bez zvýšení fyzické i časové náročnosti fyzioterapeutů (Vanoglio et al., 2017, s. 351-360). I v retrospektivní studii z roku 2015 autoři, kteří zkoumali využití roboticky asistovaného tréninku ruky u pacientů v subakutní fázi CMP,

považují za hlavní výhody RAR možnost vysoce intenzivní, opakovatelné a specifikovatelné terapie. Uvádějí, že množství opakovaných pohybů prováděných s robotem více než 30krát převyšuje průměrné množství opakování při běžných rehabilitacích prováděných fyzioterapeuty (Duret et al., 2015, s. 57-63). Nebyla nalezena žádná studie, která by byla v rozporu s těmito tvrzeními. Gupta a kolektiv ještě doplňují, že vzhledem k tomu, že využívání robotických systémů je závislé na kooperaci mezi člověkem a přístrojem, tedy dvou velmi variabilních složkách, může se sběr dat, ale i samotná rehabilitace, stát poměrně náročným procesem. Mluví však, v této souvislosti, spíše o technických a zejména technologických záležitostech (Gupta et al., 2020, s. 13).

Co se týče délky, intenzity a dávkování robotické terapie, Monore et al. ve své recenzi o RAR paretické ruky uvádějí, že robotická neurorehabilitace má potenciál zlepšit kvalitu a intenzitu rehabilitační léčby pacientů po CMP s cílem podpořit motoricko-kognitivní zotavení, ale popisují, že v literatuře mohou ohledně této problematiky vznikat určité nejasnosti. Za matoucí považují zobecňování výsledků robotické terapie navzdory tomu, že byly získány jedním konkrétním robotickým přístrojem a ještě k tomu použitým pro určitý vzorek pacientů. Většina studií totiž podávala RAR pouze s jedním konkrétním zařízením a poté zobecnila výsledky na veškerou robotickou terapii ruky. Za nedostatek dále považují chybění jasných informací o indikaci robotické terapie. Konkrétně jaká má být délka léčby, její frekvence či ve které fázi rehabilitace paretické ruky má být RAR předepsána (Morone et al., 2020, s. 8-10). To že v literatuře napanuje shoda ohledně optimální frekvence a délce léčby robotickou terapií uvádí i předchozí recenze z roku 2018, která ale apeluje na individualitu a na to, že indikace závisí na klinickém stavu pacientů a rehabilitačních cílech (Mehrholtz et al., 2018, s. 2).

Recenze z roku 2020 ještě poukazuje, že jednou z podstat neurorehabilitace je tzv. opakování bez opakování, tedy opakování pohybu ve variabilním prostředí, načež oponují, že RAR sice dokáže opakovaně trénovat jeden konkrétní pohyb, ale dělá to vždy stejným způsobem a tyto stereotypní pohyby nejsou pro obnovu motorických funkcí a neuroplasticity dostatečné (Morone et al., 2020, s. 9-10). Studie z roku 2019 tomu však oponuje a popisuje, že vzhledem k velice variabilním možnostem robotického rozhraní je naopak možná velká variabilita i při RAR a toto tvrzení podporuje vysokou atraktivitou robotických přístrojů, která může zvýšit úroveň motivace pacientů v terapii a zároveň apeluje i na zpětnou vazbu, kterou mohou robotické přístroje okamžitě poskytovat, což považují také za podstatné prvky k obnově neuroplasticity a restituci motorických funkcí (Milia et al., 2019, s. 63-64).

Většina studií také naznačuje, že roboti mohou umožnit dokonalou kontrolu pohybu a spolehlivost měření, což jsou dva aspekty, které z robotů činí nástroje, jež mohou terapeutům pomoci řešit výzvy, kterým čelí nynější technologická neurorehabilitace, která tím pádem umožňuje jemnější kontrolu a přesnější vyhodnocení terapie (Morone et al., 2020, s. 3-5).

5.1 Komentář k vědecké otázce č. 1

První vědecká otázka se zabývala problémem, zdali má RAR vliv na snížení spasticity prstů postižené ruky. Hodnotily se MFDS a MFDP pomocí MAS a TS. Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla ve všech případech hodnota p větší než 0,05. Výsledky tedy nepotvrdily statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami. Na základě těchto statistických výsledků se potvrdili nulové hypotézy. Nelze tedy konstatovat, že by podle našeho výzkumu měla RAR vliv na spasticitu flexorů paretické ruky u pacientů po CMP.

5.2 Diskuze k vědecké otázce č. 1

Výsledky této diplomové práce jsou v souladu s randomizovanou klinickou studií z roku 2018. Villafañe a kolektiv hodnotili účinnost RAR u pacientů se spastickým postižením ruky po CMP. Celkem bylo do studie zahrnuto 32 pacientů rozdělených randomizací na experimentální a kontrolní skupinu. Pacienti v obou skupinách podstoupili standardní rehabilitační postup sestávající se z hodinové individuální fyzioterapie a ergoterapie po dobu 5 dní v týdnu. Experimentální skupina měla ke konvenční terapii zahrnutou 30 minutovou RAR po dobu 3 dnů v týdnu. Jednalo se o pasivní mobilizaci ruky prostřednictvím robotického zařízení Gloreha s následujícím protokolem: každý prst byl mobilizován jednotlivě, poté byl 2-4 prst mobilizovány synchronně do pěsti a palec jednotlivě a následně docházelo k pasivní tvorbě špetky ze všech prstů. To vše za přítomnosti vizuální zpětné vazby. Kontrolní skupina absolvovala další tradiční rehabilitaci po dobu 30 minut, konkrétně asistované protahování a cviky zaměřené na dosahování HK. Testování spasticity bylo prováděno pomocí MAS. Výsledky však nepřinesly žádné signifikantní změny a to ani v jedné ze skupin. Hladina statistické významnosti byla u experimentální skupiny stanovena na hodnotu $p=0,5$, u kontrolní skupiny byla hodnota $p=0,3$. Omezení této klinické studie je zejména v krátké době jejího trvání, to však nebylo blíže specifikováno (nebyla udána doba trvání experimentu).

Výsledky této práce jsou v souladu i se studií z roku 2019, kterou provedli Milia a kolektiv, a která se zabývala účinností robotické terapie pro rehabilitaci HK pomocí robotické

rukavice Gloreha u pacientů po CMP. Studie zahrnovala 12 pacientů. Jejich terapie obsahovala 1,5 hodiny individuální fyzioterapie, 30 minut ergoterapie a 30 minut RAR. Celková komplexní rehabilitace trvala 30 dní. Hodnocen byl svalový tonus pomocí MAS před a po léčbě. Výsledky však nepřinesly žádné signifikantní změny spasticity, hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,06$. Tato studie má však svá omezení zejména v malém počtu probandů a také v absenci kontrolní skupiny.

Výsledky této práce jsou v souladu i s randomizovanou pilotní kontrolovanou studií z roku 2017, kdy Vanoglio a kolektiv zkoumali účinnost RAR ruky u subakutních pacientů po CMP. Do studie bylo zahrnuto 27 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Všichni pacienti podstoupili konvenční rehabilitaci 5 dní v týdnu po dobu 6 týdnů. Studie uvádí, že konvenční terapie byla založena na základech Bobathova konceptu. Detailněji je popsána i intervence ruky, která byla v kontrolní skupině pasivně rozhýbávána fyzioterapeutem, jednalo se o: pasivní flexi a extenzi prstů, tvorbu opozice palce s ostatními prsty, abdukci a addukci prstů a globální pohyb ruky spočívající v natáhnutí se pro prázdnou 0,5l láhev s vodou, její uchopení, simulace nalévání vody do sklenice a následné odložení láhve a její puštění. V experimentální skupině byla postižená ruka pasivně mobilizována prostřednictvím robotické rukavice Gloreha Professional II. RAR se v tomto případě skládala ze sekvencí pohybů, které zahrnovaly: postupnou flexi a extenzi prstů, sekvenci pohybů s názvem Počítání od jedné do pěti, tedy postupnou extenzi všech prstů od palce po malík, pohyby zahrnující tvorbu opozice palce s ostatními prsty, sekvenci tvořící vlnovité pohyby prstů, mobilizaci zahrnující otevírání a zavírání ruky v pěst a pohyby obsahující ohýbání a natahování prstů střídavě s ohýbáním a natahováním palce. Hodnocen byl mimo jiné i svalový tonus flexorů prstů pomocí MAS. Výsledky studie ovšem nepřinesly signifikantní změny a hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=1$. Limitami může být zejména to, že jde o pilotní studii, tedy že se jedná o předběžný výzkum v malém měřítku za účelem ověření proveditelnosti nebo vylepšení plánu výzkumu. Dále také počet a typ cvičebních úloh se u obou skupin lehce lišil.

Výsledky této diplomové práce potvrzuje i systematický přehled z roku 2017. Bertani s kolektiv se zabývali účinky RAR HK u pacientů po CMP. Do tohoto přehledu bylo zahrnuto 14 randomizovaných kontrolovaných studií, 2 systematické recenze a jedna metaanalýza. Hodnocení spasticity ve studiích probíhalo pomocí MAS. Systematický přehled popisuje, že nebyly pozorovány statisticky významné výsledky v souvislostech snižování svalového tonu a RAR. Omezení tohoto přehledu však tkví ve faktu, že svalový tonus byl hodnocen v rámci

celé HK, a že RAR probíhala na více druzích robotických přístrojů, mezi kterými byly jak přístroje s koncovým efektozem, tak exoskelety.

Výsledky této diplomové práce potvrzují i další systematický přehled z roku 2017, kdy Veerbeek a kolektiv hodnotili účinky RAR HK po CMP. Do tohoto přehledu bylo zahrnuto 38 randomizovaných kontrolovaných studií, kdy jejich hlavními charakteristikami bylo: doba intervence od 2 do 12 týdnů a nejčastěji se opakující robotická zařízení k intervenci: Robotický systém MIME pro neurorehabilitaci HK, robotický systém BiManuTrack, NeReBo, MIT-MANUS a robot InMotion Shoulder Elbow. Autoři se v přehledu konkrétně zabývali i tonem svalů ruky, který byl hodnocen podle MAS. V případě terapií s robotickými zařízeními s exoskeletem a koncovým efektozem však nevyšly statisticky signifikantní výsledky, hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnoty $p=0,06$ v případě exoskeletů a $p=0,09$ v případě koncových efektozů. Tento přehled má však omezení v poměrně heterogenitě mezi typy robotických a kontrolních intervencí.

Naopak výsledky této diplomové práce ohledně vlivu robotické terapie na spasticitu, jsou v rozporu se studií, kterou provedli Konečný a kolektiv v roce 2017. Cíl jejich studie byl stejný jako cíl této diplomové práce a to ověření efektu robotické terapie na postižení ruky u pacientů po CMP. Hodnoceno bylo 38 klientů se spastickou parézou ruky po iktu, klasifikovanou podle MAS v rozmezí 1-3 stupně. Pacienti byli randomizovaně rozděleni na kontrolní a experimentální skupinu. V kontrolní skupině probíhala konvenční komplexní terapie a aplikace botulotoxinu do spastických flexorů prstů. V experimentální skupině byla ke konvenční rehabilitaci a antispastické terapii přidána ještě robotická rehabilitace s přístrojem Gloreha Professional II o průměrné intenzitě 2,5 hodiny týdně. Celková léčba probíhala 8 týdnů. V obou skupinách došlo ke statisticky signifikantním změnám ve zmírnění spasticity. V experimentální skupině byl konkrétní výsledek hladiny statistické významnosti stanoven na hodnotu $p=0,007$. Tento výsledek však může být ovlivněn aplikací botulotoxinu do spastických flexorů prstů v obou skupinách pacientů.

Výsledky práce nejsou v souladu ani se studií z roku 2017, ve které Gobbo a kolektiv hodnotili okamžitý efekt jednorázové pasivní mobilizace ruky pomocí robotického zařízení Gloreha na spasticitu HK pacientů po CMP. Studie se zúčastnilo 23 pacientů, kteří podstoupili 20 minut RAR s tímto protokolem: nejprve probíhala pasivní mobilizace každého prstu zvlášť, poté následovala tvorba špetky a to všemi prsty, vždy s opozicí palce, jako poslední probíhala synchronní mobilizace 2-4 prstu do pěsti, palec byl mobilizován zvlášť. Hodnocen byl, mimo jiné, svalový tonus flexorů prstů pomocí MAS. Výsledky přinesly signifikantní změny, hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,004$. Tato studie však

obsahuje významná omezení a to zejména v jednorázovém využití robotické rehabilitace. Zahnuje také poměrně nízký počet probandů a má absenci kontrolní skupiny. Samotná studie navíc udává, že nebylo možné kontrolovat předchozí cvičební aktivity pacienta. Všechny tyto informace mohou tedy výrazně zkreslovat výsledek studie.

Výsledky nejsou v souladu ani se studií z roku 2016, kde Bissolotti a kolektiv hodnotili efekt RAR pomocí zařízení Gloreha na spasticitu, perfuzi kosterního svalstva a motorickou funkci ruky u pacientů s postižením HK po CMP v subakutním stadiu. Hodnoceno bylo 7 pacientů, kteří po dobu 3 týdnů podstoupili 1 hodinu konvenční terapie každý den a 30 minut RAR 3x týdně. Ta se sestávala z izolované mobilizace každého prstu zvlášť a poté synchronní mobilizace všech prstů dohromady. Hodnocení probíhalo mimo jiné i pomocí MAS. Pokud jde o hodnocení změn svalového tonu ve flexorech prstů, výsledky studie přinesly signifikantní změny, kdy hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,015$. I tato studie má však několik omezení a to zejména malý počet probandů a absenci kontrolní skupiny.

V současných studiích ohledně RAR a svalového tonu se nepodařilo najít žádnou, která by se zabývala robotickou rehabilitací a obsahovala by hodnocení spasticity podle TS. MAS je ve studiích ke klasifikaci svalového tonu využívána naprosto dominantně. Je tomu tak i navzdory prokázání jejího subjektivního prvku a ne vždy přesné spolehlivosti v hodnocení neurální a periferní složky spasticity (Patrick a Ada, 2006, s. 173-182). V aktuálních studiích ohledně RAR a jejího vlivu na snížení spasticity prstů ruky u pacientů po CMP panují ve většině případů pozitivní výsledky.

5.3 Komentář k vědecké otázce č. 2

Druhá vědecká otázka se zabývala problémem, zdali má RAR vliv na zlepšení úchopových funkcí ruky. K hodnocení bylo využito SVH. Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledky tedy potvrdily statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami. Na základě těchto statistických výsledků se zamítla nulová hypotéza a potvrdila se alternativní. Lze tedy konstatovat, že by podle našeho výzkumu měla RAR vliv na zlepšení úchopových funkcí ruky u pacientů po CMP.

5.4 Diskuze k vědecké otázce č. 2

Výsledky této diplomové práce jsou v souladu s již výše zmiňovanou studií Konečného a kolektivu z roku 2017. Při ověřování efektu robotické terapie se ve své studii zaměřili i na hodnocení funkce ruky pomocí SVH. Výsledky byly sice hraniční, hladina statistické

významnosti byla u experimentální skupiny stanovena na hodnotu $p=0,048$, což po zaokrouhlení na dvě desetinná místa vychází na $p=0,05$, ve studii však došlo k potvrzení signifikantních změn RAR na úchopové funkce ruky. Tento výsledek může být ovlivněn i omezeními studie a to zejména malým počtem hodnocených probandů.

Výsledky této práce jsou v souladu i s randomizovanou pilotní kontrolovanou studií z roku 2017, kterou provedl Vanoglio a kolektiv. Autoři zkoumali účinnost RAR ruky u subakutních pacientů po CMP, detailnější popis studie je uveden výše. Hodnoceno bylo 27 pacientů, náhodně rozdělených do experimentální a kontrolní skupiny, kteří podstoupili konvenční a robotickou léčbu. Hodnocení bylo mimo jiné zaměřeno i na motorickou funkci ruky, která byla klasifikována skrze Motricity Index. Tento test se využívá k hodnocení poruch hybnosti a motoriky po CMP a hodnotí zejména schopnosti aktivovat svalovou skupinu k pohybu segmentu těla v určitém rozsahu pohybu a odolávat vnější síle. Zde byl test aplikován na ruku. Konkrétně se jednalo o uchopení 2,5 cm kostky mezi palec a ukazováček, což bylo následně bodově hodnoceno například dle schopnosti kostku udržet proti gravitaci. Dále tato studie hodnotila i schopnost flexe v loketním kloubu a abdukci ramene. Výsledky přinesly signifikantní změny v experimentální skupině, kdy byla hladina statistické významnosti stanovena na hodnotu $p=0,0004$, naopak v kontrolní skupině vyšla hodnota $p=0,07$. Omezení této studie jsou však ve využití hodnotící škály, která v klasifikaci zahrnovala hodnocení celé HK. Sama studie pak uvádí, že pro ještě lepší efekt RAR na funkci ruky by bylo u některých pacientů užitečné využít aktivní cvičení s asistencí, které by umožnilo nastavit částečné rozsahy pohybu, a klientovi by přístroj poté pomohl aktivně dokončit pohyb, který pacient začal. To však nebylo v době studie možné použít, jelikož ještě nebyla k dispozici nejpokročilejší verze robotického přístroje.

S výsledky této práce se shoduje i již výše zmiňovaná randomizovaná klinická studie z roku 2018, kdy Villafañe a kolektiv hodnotili účinnost RAR u pacientů se spastickým postižením ruky po CMP. Hodnocena byla, mimo jiné, i motorická funkce ruky, pomocí výše zmiňovaného Motricity Indexu. Autoři studie se shodují, že v experimentální i kontrolní skupině došlo při hodnocení funkce ruky k signifikantním změnám. Hladina statistické významnosti byla v obou skupinách stanovena na hodnotu $p=0,001$. Omezení této studie je zejména v krátké době jejího trvání. Autoři však udávají, že začlenění klasické fyzioterapie a ergoterapie do léčby obou skupin znesnadňuje určit přímou efektivitu robotického systému Gloreha na funkci ruky u pacientů po CMP.

S výsledky se shoduje i již výše zmiňovaná randomizovaná klinická studie z roku 2016, kdy Taveggia a kolektiv hodnotili účinnost RAR jako doplňkové terapie ke konvenční

fyzioterapii pro funkční obnovu HK u pacientů po CMP. Autoři studie hodnotili vliv RAR na funkci paretické ruky pacientů a to pomocí již zmiňovaného Motricity Indexu. Po ukončení léčby vyšly v obou skupinách signifikantní výsledky. Konkrétně byla hladina statistické významnosti stanovena na hodnoty $p=0,041$ u kontrolní a $p=0,001$ u experimentální skupiny. Po následném, blíže však bohužel nespecifikovaném, období sledování od konce terapie, došli autoři k výsledkům hodnot $p=0,055$ u kontrolní a $p=0,001$ u experimentální skupiny. Tím predikují, že dle jejich výzkumu byla robotická intervence dlouhodobě účinnější než efekt konvenční terapie, tedy alespoň pokud jde o změnu funkce ruky hodnocenou dle Motricity Indexu. Omezení této studie však tkví v tom, že docházelo k hodnocení celé HK a ne jen ruky, ačkoli její funkce byla do skórování také zavzata. Dále je úskalí v blíže nespecifikovaném údaji o následném měření, které nebylo ve studii blíže specifikováno.

V souladu s výsledky práce je i systematický přehled z roku 2021, který prováděli Wu a kolektiv a který se týkal RAR HK a jejím vlivem na motorické postižení pacientů po CMP. Kritéria pro zařazení do přehledu nakonec splnilo 41 studií s 1916 pacienty. K hodnocení účinků robotické terapie na motorické postižení HK po CMP bylo v tomto případě využito Fugl-Meyerovo testování. Fugl-Meyerova škála se skládá z pěti oblastí: testování motorických funkcí horních a dolních končetin, senzoryckých funkcí, rovnováhy, rozsahu pohybu v kloubech a bolesti. Motorické testování pro oblast HK zahrnují položky hodnotící: pohyb, koordinaci a reflexní činnost ramene, lokte, předloktí, zápěstí a ruky. Bodování je založeno na přímém pozorování výkonu. Položky škály jsou hodnoceny na základě schopnosti splnit úkol na třibodové stupnici, kde 0 - nezvládne, 1 - zvládne částečně a 2 - zvládne úplně. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve prospěch RAR oproti konvenční rehabilitaci a to zejména bezprostředně po robotické terapii, kdy byla hladina statistické významnosti stanovena na hodnotu $p<0,001$. Při následném dlouhodobém, blíže nespecifikovaném hodnocení, však již hodnota nenabyla statistické významnosti a její výsledek byl $p=0,092$. Autoři došli k závěru, že unilaterální RAR je při terapii motorického postižení efektivnější než konvenční rehabilitace. Hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p<0,001$. Při srovnání bilaterální RAR a konvenční terapie nebyl výsledek signifikantní, $p=0,542$. Kombinace unilaterální a bilaterální RAR rovněž nebyla efektivnější než konvenční rehabilitace, $p=0,645$. Výsledky dále ukázaly, že unilaterální RAR byla v léčbě motorického postižení HK, efektivnější než bilaterální, $p=0,035$. Autoři dále popisují, že robotická terapie významně zlepšila skóre Fugl-Meyerova testování pro HK u pacientů zejména se středně těžkým až těžkým motorickým postižením, ve srovnání s kontrolními skupinami, $p=0,004$. U pacientů s lehkým až středně těžkým motorickým

postižením pak nebyl zjištěn žádný významný rozdíl mezi experimentálními skupinami s RAR a kontrolními skupinami s konvenční terapií, $p=0,063$. Hodnocen byl i vliv typu robotického zařízení. Bylo zjištěno, že robotické systémy s koncovými efekty byly z hlediska Fugl-Meyerova testování pro HK efektivnější než konvenční rehabilitace $p=0,001$. To však nelze říci o exoskeletonových robotických systémech, zde vyšla hladina statistické významnosti, v porovnání s konvenční terapií, na hodnotu $p=0,171$. Tento přehled má však svá omezení a to zejména ve značné heterogenitě intervencí a délce sledování pacientů. K hodnocení funkce byla použita Fugl-Meyerova škála, která hodnotí postižení celé HK. Ačkoli byla v přehledu zohledněna váha každé studie, může tímto docházet ke zkreslení výsledků.

S výsledky práce se shoduje i systematický přehled z roku 2020, kdy Chen a kolektiv zkoumali u pacientů po CMP robotem asistovaný trénink ruky versus trénink vedený terapeutem. Primárním cílem tohoto přehledu bylo zjistit efektivitu RAR na postižení motoriky paretické ruky pacientů po iktu v porovnání s konvenční terapií. Ke klasifikaci bylo využito výše zmiňované Fugl-Meyerovo hodnocení HK. Hodnoceno bylo 29 studií, do kterých bylo zařazeno 1682 účastníků. Trénink s pomocí robota vykazoval statisticky významné výsledky, kdy hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p<0,001$. RAR měla větší efekt na obnovu motorického postižení HK než konvenční terapie. Omezení tohoto přehledu však tkví zejména v tom, že k hodnocení funkce byla použita Fugl-Meyerova škála, která hodnotí postižení celé HK, takže nelze stanovit závěr pro efektivitu RAR na akrum. Dalším omezením tohoto přehledu je také to, že ve většině studií nebyly blíže popsány parametry využitých intervencí.

V souladu s výsledky práce je i výše zmiňovaný systematický přehled z roku 2017, kde Veerbeek a kolektiv hodnotili účinky RAR HK po CMP. Mimo jiné se zabývali RAR a jejími účinky na funkci ruky, která byla hodnocena podle velké škály testů. Mezi nejčastěji zmiňovanými jsou: Motricity index a Fugel-Mayerovo hodnocení, kde se konkrétně jedná pouze o škálu pro HK, která byla ještě následně rozdělena na dílčí komponenty: rameno, loket, zápěstí a prsty. Tyto komponenty byly následně nezávisle na sobě vyhodnoceny. V případě terapie ruky pomocí robotických zařízení s exoskeletonem vyšly statisticky nesignifikantní výsledky, kdy hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,27$. V případě terapie ruky s robotickými zařízeními s koncovým efektem byla hladina statistické významnosti stanovena na hodnotu $p=0,005$. Tento přehled však má omezení v poměrné heterogenitě mezi typy kontrolních intervencí, robotických zařízení a hodnotících škál. Napříč tomu, že bylo opět využito Fugel-Mayerovo hodnocení, má tento přehled vyšší

vypovídající hodnotu ohledně RAR a funkce ruky, jelikož došlo k jejímu více specifickému hodnocení.

Byla nalezena pouze jedna studie, která hodnotila funkci ruky, stejně jako tato diplomová práce, podle škály SVH. Ve většině randomizovaných či přehledových studií pak docházelo k testování funkce pomocí odlišných škál. Majoritně byla testována funkce celé HK. V několika případech došlo i k dílčím měřením prstů ruky. Tyto faktory však mohou výsledky RAR na funkci ruky relativně zkreslovat. Obecně však v aktuálních studiích ohledně RAR a jejího vlivu na funkci ruky pacientů po CMP panují kladné výsledky.

5.5 Komentář k vědecké otázce č. 3

Třetí vědecká otázka se zabývala problémem, zdali má RAR vliv na zvýšení soběstačnosti pacienta. K hodnocení byl využit BIZ. Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou byly statisticky zhodnoceny neparametrickým Mann-Whitneyovým U Testem. Ze statistické analýzy vyšla hodnota p menší než 0,05. Výsledky tedy potvrdily statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami. Na základě těchto statistických výsledků se zamítla nulová hypotéza a potvrdila se alternativní. Lze tedy konstatovat, že by podle našeho výzkumu měla RAR vliv na zvýšení soběstačnosti pacienta po CMP.

5.6 Diskuze k vědecké otázce č. 3

S výsledky této diplomové práce se shoduje již výše zmiňovaná randomizovaná klinická studie, kdy Villafaña a kolektiv v roce 2018 hodnotili účinnost krátkodobé RAR u pacientů se spastickým postižením ruky po CMP. Hodnocena byla, mimo jiné, i soběstačnost pacientů pomocí BIZ. Autoři studie se shodují, že v experimentální i kontrolní skupině došlo při hodnocení soběstačnosti pacientů k signifikantním změnám. Hladina statistické významnosti byla v obou skupinách stanovena na hodnotu $p=0,001$. Omezení této studie spočívá v krátké době jejího trvání.

Výsledky této práce jsou v souladu i s výše zmiňovanou studií z roku 2019, kterou provedli Milia a kolektiv, která se zabývala účinností robotické terapie pro rehabilitaci HK pomocí robotické rukavice Gloreha u pacientů po CMP. Hodnocena byla, mimo jiné, i soběstačnost pacientů pomocí testování funkční míry nezávislosti. Ten se skládá z 18 položek rozdělených do šesti oblast, kterými jsou: péče o sebe, kontrola vyprazdňování, přesuny, lokomoce, komunikace a sociální schopnosti. Každá položka se hodnotí na škále od 1 do 7, kdy 1 je celková závislost a 7 je celková nezávislost. Těchto sedm úrovní posléze určuje míru požadované asistence. Výsledky přinesly signifikantní změny soběstačnosti klientů, hladina

statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,01$. Studie má však svá omezení a to zejména v malém počtu probandů a také v absenci kontrolní skupiny.

Výsledky této práce jsou v souladu i se systematickým přehledem z roku 2018, kdy Mehrholz a kolektiv zkoumali vliv RAR na zlepšení aktivit denního života u pacientů po CMP. Přehled zahrnuje 45 studií, ve kterých je zahrnuta RAR pomocí několika robotických zařízení, jejichž intervence trvaly od dvou do dvanácti týdnů. Soběstačnost pacientů byla hodnocena především pomocí BIZ a testováním funkční míry nezávislosti popsané výše. Autoři tohoto přehledu se na základě výsledků zahrnutých studií shodují, že RAR vede ve většině případů k významným závěrům, a že robotická terapie má pozitivní efekt na soběstačnost pacientů po CMP. Tyto výsledky je však třeba interpretovat opatrně, jelikož se mezi studii vyskytovaly značné rozdíly, a to v intenzitě, délce a množství robotického tréninku, typu robotického zařízení, typu konvenčních terapií, charakteristikách účastníků, použitých měřeních a hodnotících metodách. Na druhou stranu, autoři uvádějí, že vzhledem k tomu, že nežádoucí účinky, jako například bolest nebo zranění nebyly v žádném z případů popsány, lze říci, že robotická zařízení mohou být využita jako pomocný a doplňkový rehabilitační nástroj ke konvenční terapii. Autoři však apelují také na to, že je stále potřeba dalších studií pro objasnění možností využití robotických přístrojů, a to zejména z hlediska intenzity, délky a množství indikace robotické terapie. Tento systematický přehled podporuje i přehled z roku 2019, kde Duret, Grosmaire a Krebs popisují vliv robotem asistované terapie na parézu ruky pacientů po CMP. Udávají, že jedna z nejnovějších metaanalýz, provedená právě Mehrholzem et al., významně podpořila RAR, neboť dospěla k závěru, že RAR ruky může zlepšit aktivity denního života pacientů po iktu a to s vysokou kvalitou důkazů.

S výsledky této práce se z poloviny shoduje již zmiňovaná randomizovaná klinická studie z roku 2016, ve které Taveggia a kolektiv hodnotili účinnost RAR jako doplňkové terapie ke konvenční fyzioterapii pro funkční obnovu HK u pacientů po CMP. Autoři studie hodnotili vliv RAR na soběstačnost pacientů po iktu pomocí testování funkční míry nezávislosti. Po ukončení léčby vyšly v kontrolní i experimentální skupině statisticky nesignifikantní výsledky. Hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,198$ u kontrolní a $p=0,073$ u experimentální skupiny. Při následném, blíže nespecifikovaném sledování, však došli autoři k výsledkům hodnot statistické významnosti $p=0,090$ u kontrolní a $p=0,009$ u experimentální skupiny, ve které tedy potvrdili významný výsledek. Vyhodnocují, že RAR může přispět k soběstačnosti pacientů po iktu a to zejména v dlouhodobém horizontu. Udávají, že léčba pomocí RAR podporuje klíčovou roli intenzity stimulace pro aktivaci pozdní dlouhodobé potenciace, a tím i motorického učení, jelikož

opakované pohyby ruky prováděné roboty mohou být prospěšné pro reorganizaci somatosenzorické a motorické kůry. Omezení této studie jsou pak zejména v blíže nespecifikovaném údaji o následném měření, které nebylo ve studii blíže popsáno.

S výsledky této diplomové práce se naopak neshoduje již uváděný systematický přehled z roku 2020, ve kterém Chen a kolektiv zjišťovali efektivitu robotem asistovaného tréninku ruky, versus tréninku vedeného terapeutem u pacientů po CMP. Sekundárním cílem jejich přehledu bylo zjištění vlivu RAR na soběstačnost pacientů s postižením ruky po iktu. K hodnocení byly využity BIZ a testování funkční míry nezávislosti. 26 studií, do kterých bylo zařazeno 1468 účastníků, hodnotilo soběstačnost pacientů pomocí těchto škál. Trénink s pomocí robota nebyl spojen se statisticky významným zlepšením soběstačnosti. Hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnotu $p=0,153$. RAR měla na soběstačnost pacientů po CMP s postižením ruky, ve srovnání s tréninkem zprostředkovaným terapeutem, menší efekt. Omezení tohoto přehledu tkví zejména v tom, že ve většině studií nebyly dobře popsány přesné parametry využitých intervencí.

Výsledky této práce nejsou v souladu asi s již zmiňovaným systematickým přehledem z roku 2017, kde se Bertani a kolektiv zabývali účinky RAR HK u pacientů po CMP. 14 randomizovaných kontrolovaných studií, 2 systematické recenze a jedna metaanalýza, ve kterých se soběstačnost pacientů hodnotila pomocí testování funkční míry nezávislosti, nepotvrdili statisticky významné výsledky v souvislostech RAR a zlepšení nezávislosti.

Výsledky této práce nejsou v souladu ani s výše zmiňovaným systematickým přehledem z roku 2017, kde Veerbeek a kolektiv hodnotili účinky RAR HK po CMP. Mimo jiné se zabývali i RAR a jejími účinky na soběstačnost pacientů, která byla hodnocena podle velké škály testů. Mezi nejčastěji zmiňovanými jsou: BIZ, test funkční míry nezávislosti a modifikovaná Rankinova stupnice. Ta na škále od 0 do 6 vyhodnocuje závislost pacienta na okolí. 0 – plně soběstačný pacient, 1 – může zastat všechny navyké úkony, 2 – neschopen vykonávat dřívější činnosti, některé vlastní věci však ještě zvládá bez omezení, 3 – při chůzi potřebuje podporu, ale neschopen i chůze bez pomoci, 4 – neschopen chůze bez pomoci a neschopen starat se bez pomoci o vlastní potřeby, 5 – trvale ležící, inkontinentní, potřebuje stálou péči, 6 – smrt. V případě terapií s robotickými zařízeními s exoskeletonem a koncovým efektozem vyšly statisticky nesignifikantní výsledky, kdy hladina statistické významnosti byla stanovena na hodnoty $p=0,3$ v případě exoskeletonů a $p=0,09$ v případě koncových efektorů. Tento přehled má své omezení v poměrně heterogenně mezi typy kontrolních intervencí, robotických zařízení a hodnotících škál.

BIZ je k hodnocení soběstačnosti pacientů po CMP využíván velmi často. Hojně byl ve studiích zmiňován i test funkční míry nezávislosti, který je v podstatě jednou z alternativ k BIZ. V aktuálních studiích ohledně RAR a jejího vlivu na soběstačnost pacientů po CMP panují spíše pozitivní výsledky.

5.7 Východiska pro praxi

Podle většiny výše uvedených studií a výsledků měření této diplomové práce, se dá říci, že v klinické praxi může být RAR v neurorehabilitaci pacientů s postižením ruky vhodnou doplňkovou metodou ke konvenčně poskytované fyzioterapii a ergoterapii. Jedním z přínosů, který dokládá pozitivní vliv robotické terapie je výsledek této práce, kdy se na základě ověření na škále statistické významnosti $p < 0,05$ podařilo prokázat pozitivní vliv RAR na funkci ruky a soběstačnost pacientů.

V neurorehabilitaci pacientů s postižením ruky přináší RAR pozitiva ve více ohledech. Nejčastěji zmiňovaný přínos pro klinickou praxi je schopnost robotické rehabilitace poskytovat vysoce intenzivní a opakovatelnou terapii (zejména pasivní mobilizaci a asistované cvičení), s čímž souvisí snížení fyzického a časového zatížení fyzioterapeutického personálu. Jedním z dalších často zmiňovaných přínosů je atraktivita, která pacientům přináší nový sensorický vstup a která má tendenci pozitivně ovlivňovat jejich motivaci a také spolupráci v terapii. Dalším praktickým přínosem je schopnost poskytovat okamžitou zpětnou vazbu, ta má tendenci pozitivně ovlivňovat neuroplasticitu a restituci motorických funkcí neurologických pacientů. Dalším praktickým východiskem je i schopnost poskytovat objektivní hodnocení pacienta. Robotickou rehabilitací je také možné propojit formu hry s běžnými denními aktivitami a objekty denní potřeby, čemuž je v klinické praxi a rehabilitaci pacientů také přikládána podstatná váha.

5.8 Limity práce

Tato diplomová práce byla pojata a zpracována tak, aby odhalila efektivitu RAR na spasticitu prstů ruky, funkci ruky a celkovou soběstačnost pacienta. Práce však také naráží na určité limity, které budou uvedeny v této kapitole.

Prvním limitem této práce je malá velikost vzorku pacientů, jejich široký věkový rozptyl (od 41 do 88 let), a rozdílné doby měření, což mohlo snížit schopnost najít statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou. V této práci bylo v každé skupině testováno něco málo přes třicet pacientů. Větší vzorek by však mohl detekovat významnější výsledky například při redukci spasticity.

Druhým limitem diplomové práce je, že většinu hodnocení pomocí výše uvedených škál prováděli různí fyzioterapeuti a ergoterapeuti v Centru léčebné rehabilitace v Nemocnici Prostějov. Hodnocení bylo tedy prováděno větším množstvím osob, a mohly se v něm odrazit prvky subjektivní klasifikace. Například u MAS, která je snadnou, jednoduše proveditelnou, rychlou a fyzioterapeuty často využívanou metodou, ale svalový tonus hodnotí poměrně subjektivně. V tomto ohledu bylo dalším limitem i vyhledávání adekvátních studií, které by využívaly stejné hodnotící škály, jako tato diplomová práce a to zejména k hodnocení funkce ruky a soběstačnosti byly často využívány odlišné hodnotící metody, než v této práci. Limitující bylo také to, že zhruba necelá polovina uvedených studií byla prováděna s příliš malým vzorkem probandů. V pár případech pak chyběla kontrolní skupina pacientů pro porovnání efektu různých typů terapií. Ve studiích také často nebyl blíže specifikován typ přístroje Gloreha, na kterém se prováděla terapie.

Tato diplomová práce je limitována i samotnými nedokonalostmi v mechanice robotického systému Gloreha Professional II. Při terapii se občas liší pasivní pohyb prstů v rukavici a pohyb provedený virtuální rukou na obrazovce. Kdy reálný pohyb ruky v rukavici probíhá plynule a nepřerušovaně, načež ruka na obrazovce monitoru se občas mihne sakadovaně. Příležitostně, v závislosti na technických problémech systému, dochází k zaostávání v rychlosti aktualizace scény nebo ke třesu či kmitání obrazu a tím ke vzniku rozdílných zpětných vizuálních a proprioceptivních zpětnovazebných vstupů k pacientovi. Dalším limitem může být i samotná rukavice, která je dodávána v univerzálních velikostech (XS – XL) a ne vždy je její velikost optimální pro všechny pacienty.

ZÁVĚR

Robotické systémy jsou v aktuálních desetiletích v rehabilitaci celkově v popředí zájmů vědců i terapeutů. Vzhledem k vysoké incidenci spasticity u pacientů s onemocněním nervové soustavy, je téma její léčby a rehabilitace stále velmi aktuální. Robotická rehabilitace je v neurorehabilitaci současným trendem, který vykazuje perspektivní výsledky. Robotické systémy procházejí rychlým vývojem i testováním a je tak pravděpodobné, že se během několika příštích let začnou pravidelněji objevovat v klinickém prostředí. Fyzioterapeutům i pacientům nabízí roboticky asistovaná rehabilitace širokou škálu možností terapie, je personálně a časově a fyzicky méně náročná a může být pacientovi upravena na míru podle jeho potřeb. Je zdrojem mnoha druhů zpětné vazby, což je důležité pro facilitaci neuroplasticity a následnou restituci motorických funkcí pacientů.

Cílem této diplomové práce bylo ověřit efektivitu jednoměsíční roboticky asistované rehabilitace ruky s využitím systému Gloreha Professional II na spasticitu flexorů prstů, funkci ruky a soběstačnost pacientů se spastickou parézou. Výsledky se statistickou významností vyšly z měření funkce a soběstačnosti ruky. Statisticky nevýznamné byly výsledky z měření vlivu robotické rehabilitace na spasticitu prstů.

Z výsledků studií zabývajících se tématem roboticky asistované rehabilitace ruky vyplývá značná variabilita výstupů a to zejména ohledně vlivu robotické rehabilitace na svalový tonus a v určitých případech i na soběstačnost pacientů s postižením ruky po cévní mozkové příhodě. Téměř vždy se pak autoři shodují ve zlepšení funkce ruky po roboticky asistované rehabilitaci. Z výsledků této diplomové práce vyplývá, že robotická rehabilitace nemá statisticky významný vliv na spasticitu prstů ruky, může však být přínosem zejména v terapii zaměřené na funkci ruky a celkovou soběstačnost pacientů po iktu.

Během tohoto výzkumu měli pacienti z experimentální i kontrolní skupiny mimo roboticky asistovanou terapii do terapeutického plánu zařazenou i klasickou fyzioterapii, zaměřenou na ovlivnění spasticity a obnovu funkce ruky a ergoterapii zaměřenou zejména na základní sebeobsluhu. S ohledem na výsledky této práce je možné se domnívat, že robotická rehabilitace kombinovaná s konvenční terapií je pravděpodobně přínosnější než oba typy terapií samostatně. To podporuje následné další využití robotické terapie v klinické praxi. Robotická rehabilitace tak může být využívána jako adekvátní doplňková terapie. Je však zřejmé, že pro objasnění podstatnějšího efektu robotické rehabilitace je nutný další výzkum.

V rámci této práce nastalo mnoho limitací. Tyto limity mohou sloužit zároveň jako doporučení pro další práci. Konkrétně lze navrhnout tvorbu souboru s větším počtem

probandů, výběr pacientů s jednou konkrétní diagnózou, či hodnocení pouze jedním určeným fyzioterapeutem.

REFERENČNÍ SEZNAM

BERTANI, R., MELEGARI, C., DE COLA, M. C., BRAMANTI, A., BRAMANTI, P., CALABRÒ, R. S. 2017. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurological Sciences* [online]. 2017, 38(9), 1561-1569 [cit. 2022-02-07]. ISSN 1590-1874. DOI:10.1007/s10072-017-2995-5.

BISSOLOTTI, L., VILLAFANE, J. H., GAFFURINI, P., ORIZIO, G., VALDES, K., NEGRINI, S. 2016. Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 28(3), 769-773, [cit. 2021-01-03]. ISSN 0915-5287. DOI: 10.1589/jpts.28.769.

BRASHEAR, A., ELOVIC, E. 2016. *Spasticity : diagnosis and management* [online]. 2nd edition. Special Sales Department Demos Medical Publishing, LLC 11 West 42nd Street, 15th Floor New York, NY 10036: demosMEDICAL, [cit. 2021-11-15]. ISBN 9781620700723. Dostupné z: www.demosmedical.com.

BORBONI, A., MOR, A., FAGLIA, R. 2016. Gloreha—Hand Robotic Rehabilitation: Design, Mechanical Model, and Experiments. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control* [online]. 138(11) [cit. 2022-02-07]. ISSN 0022-0434. DOI:10.1115/1.4033831.

DAŇKOVÁ, Š., PASTUCHA, D. 2018. Robot assisted rehabilitation in post stroke patients with upper limb paresis. *Neurologie pro praxi* [online]. 19(4), 290-293 [cit. 2022-05-03]. ISSN 12131814. DOI:10.36290/neu.2019.054.

DURET, CH., GROSMARE, A., KREBS, H., I. 2019. Robot-Assisted Therapy in Upper Extremity Hemiparesis: Overview of an Evidence-Based Approach. *Frontiers in Neurology* [online]. 2019, 10 [cit. 2022-05-03]. ISSN 1664-2295. DOI:10.3389/fneur.2019.00412.

DURET, CH., HUTIN, E., LEHENAFF, L., GRACIES J. M. 2015. Do all sub acute stroke patients benefit from robot-assisted therapy? A retrospective study. *Restorative Neurology and Neuroscience* [online]. 33(1), 57-65 [cit. 2022-05-03]. ISSN 09226028. DOI:10.3233/RNN-140418.

EHLER, E. 2015. Spasticita - klinické škály. *Neurologie pro praxi*. [online], [cit. 2021-11-12]. 16(1), 20-23. ISSN 1803-5280. Dostupné také z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/05.pdf>.

GANDOLFI, M., VALÈ, N., DIMITROVA, E. K., MAZZOLENI, S., BATTINI, E., FILIPPETTI, M., PICELLI, A., SANTAMATO, A., GRAVINA, M., SALTUARI, L., SMANIA, N. 2019. Effectiveness of Robot-Assisted Upper Limb Training on Spasticity, Function and Muscle Activity in Chronic Stroke Patients Treated With Botulinum Toxin: A Randomized Single-Blinded Controlled Trial. *Frontiers in Neurology* [online]. 10 [cit. 2022-02-09]. ISSN 1664-2295. DOI:10.3389/fneur.2019.00041.

GASSERT, R., DIETZ, V. 2018. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 15(1) [cit. 2021-12-05]. ISSN 1743-0003. DOI:10.1186/s12984-018-0383-x.

GÁL, O., HOSKOVCOVÁ, M., JECH, R. 2015. Neuroplasticita, restituce motorických funkcí a možnosti rehabilitace spastické parézy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. Rehabilitační oddělení Neurologické kliniky a Centra klinických neurověd 1. LF UK v Praze, 2015(3), 101-127 [cit. 2022-03-19]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2015-3/neuroplasticita-restituce-motoricky-funkci-a-moznosti-rehabilitace-spasticke-parezy-55870>.

GLOREHA: KOMPLETNÍ TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ PRO REHABILITACI RUKY A HORNÍ KONČETINY. 2022. <https://www.btl.cz/> [online]. [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://www.btl.cz/produkty-pokrocile-rehabilitacni-systemy-gloreha>.

Gloreha Professional 2 Instruction Manual. 2015. Revision C. Via Repubblica 25/A, 25065 Lumezzane (BS), Italy: IDROGENET Srl, February 2015. [cit. 2021-01-05]. info@gloreha.com.

GRACIES, J. M., BAYLE, N., VINTI, M., ALKANDARI, S., VU, P., LOCHE, C. M., COLAS, C. 2010. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European journal of physical and rehabilitation medicine* [online]. 46(3), 411–421 [cit. 2021-12-3]. ISSN 1827-1669. Dostupné z: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2010N03A0411>.

GRÜNEROVÁ-LIPPERTOVÁ, M. 2015. *Rehabilitace po náhlé cévní mozkové příhodě*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-225-1.

GOBBO, M., GAFFURINI, P., VACCHI, L., LAZZARINI, S., VILLAFANE, J, ORIZIO, C., NEGRINI, S., BISSOLOTTI, L. 2017. Hand Passive Mobilization Performed with Robotic Assistance: Acute Effects on Upper Limb Perfusion and Spasticity in Stroke Survivors. *BioMed Research International* [online]. 1-6, [cit. 2018-01-05]. ISSN 2314-6133. DOI: 10.1155/2017/2796815.

GUPTA, A., SINGH, A., VERMA, V., MONDAL, A. K., GUPTA, M. K. 2020. Developments and clinical evaluations of robotic exoskeleton technology for human upper-limb rehabilitation. *Advanced Robotics* [online]. 34(15), 1023-1040 [cit. 2022-02-09]. ISSN 0169-1864. DOI:10.1080/01691864.2020.1749926.

GÜNDÜZ, O. H., BAYINDIR, Ö. 2014. Hand Function in Stroke. In: DURUÖZ, M. T. 2014 *Hand Function* [online]. New York, NY: Springer New York, 2014, 2014-3-14, s. 107-114 [cit. 2022-03-17]. ISBN 978-1-4614-9448-5. DOI:10.1007/978-1-4614-9449-2_8.

HAGHSHENAS-JARYANI, M., PATTERSON, R. M., BUGNARIU, N., WIJESUNDARA, M. B. J. 2020. A pilot study on the design and validation of a hybrid exoskeleton robotic device for hand rehabilitation. *Journal of Hand Therapy* [online]. 33(2), 198-208 [cit. 2022-02-09]. ISSN 08941130. DOI:10.1016/j.jht.2020.03.024.

HILLEROVÁ, L., MIKULECKÁ, E., MAYER, M., VLACHOVÁ. I. 2006. Statistické vlastnosti nové škály - Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky u pacientů po cévní mozkové příhodě. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství* [online], [cit. 2018-03-09]. vol. 13(3), ss. 107-111. ISSN 1211-2658.

HUANG, X., NAGHDY, G., NAGHDY, D., DU H., TODD C. 2017. Robot-assisted post-stroke motion rehabilitation in upper extremities: a survey. *International Journal on Disability and Human Development* [online], [cit. 2021-04-02]. 16(3), 233-247. ISSN 2191-0367. DOI:10.1515/ijdhhd-2016-0035.

CHEN, Z., WANG, CH., FAN, W., GU, M., YASIN, G., XIAO, S., HUANG, J., HUANG, X. 2020. Robot-Assisted Arm Training versus Therapist-Mediated Training after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Healthcare Engineering* [online]. 1-10 [cit. 2022-05-03]. ISSN 2040-2309. DOI:10.1155/2020/8810867.

JECH, R. 2015. Klinické aspekty spasticity. *Neurologie pro praxi* [online]. Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd, Univerzita Karlova v Praze, 1. LF a VFN v Praze, 26. leden 2015. 16(1), 14-19 [cit. 2021-11-12]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201501-004_Klinicke_aspekty_spasticity.php.

KAŇOVSKÝ, P. 2015. Patofyziologie spasticity. *Neurologie pro praxi* [online]. Komplexní centrum spasticity, Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc. 16(1), 10-13 [cit. 2021-11-12]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-201501-0003_Patofyziologie_spasticity.php.

KAŇOVSKÝ, P., BAREŠ, M., DUFEK, J. 2004. *Spasticita: mechanismy, diagnostika, léčba*. Praha: MAXDORF, 2004. Jessenius. ISBN 80-7345-042-9.

KAŇOVSKÝ, P., HERZIG, R. 2007. *Obecná neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-1663-2.

KOLÁŘ, P. 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 9788072626571.

KOLÁŘOVÁ, B., STACHO, J., JIRÁČKOVÁ, M., KONEČNÝ, P., NAVRÁTILOVÁ, L. 2019. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci*. 2., přepracované a doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-10]. ISBN 978-80-244-5403-0.

KONEČNÝ, P. 2021. Problematika spastické ruky. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

KONEČNÝ, P., TARASOVÁ, M., KUBÍKOVÁ, J., VERNEROVÁ, M. 2017. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online], [cit. 2021-10-09]. 24(1), 18-21. Dostupné také z: https://files.btlnet.com/cor/product_documents/10485d87-defd-4dc4-914d-55b79c852a9c/BTL_studie_Gloreha-Robotick%C3%A1_rehabilitace_spasticity_ruky_1496393387_original.pdf.

KONEČNÝ, P., WOLFOVÁ, K. 2021. Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B., KOLÁŘ, P., SCHUSTEROVÁ B., TOMSOVÁ, J. 2017. Neurorehabilitace chůze po cévní mozkové příhodě. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. Oddělení rehabilitace, FN Olomouc, Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc, Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd UP a FN Olomouc, 2017(5), 521–526 [cit. 2021-12-05]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2017-5-2/neurorehabilitace-chuze-po-cevni-mozkove-prihode-61803>.

LO, H. S., XIE, S. Q. 2012. *Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects* [online]. 34(3), 261-268 [cit. 2022-03-28]. ISSN 13504533. DOI:10.1016/j.medengphy.2011.10.004.

MACHÁČKOVÁ, K., KONEČNÝ, P., VYSKOTOVÁ, J. 2021. Terapie hemiparetické ruky. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

MEHRHOLZ, J., POHL, M., PLATZ, T., KUGLER, J., ELSNER, B. 2018. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2018(9) [cit. 2022-02-08]. ISSN 14651858. DOI:10.1002/14651858.CD006876.pub5.

MILIA, P., PECCINI, M. P., DE SALVO, F., SFALDAROLI, A., GRELLI, C., LUCCHESI, G., SADAUSKAS, N., ROSSI, C., CASERIO, M., BIGAZI, M. 2019. Rehabilitation with robotic glove (Gloreha) in poststroke patients. *Digital Medicine* [online]. 5(2) [cit. 2022-02-08]. ISSN 2226-8561. DOI:10.4103/digm.digm_3_19.

MORONE, G., COCCHI, I., PAOLUCCI, S., IOSA, M. 2020. Robot-assisted therapy for arm recovery for stroke patients: state of the art and clinical implication. *Expert Review of Medical Devices* [online]. 17(3), 223-233 [cit. 2022-02-08]. ISSN 1743-4440. DOI:10.1080/17434440.2020.1733408.

OPAVSKÝ, J. 2016. Spektrum, trendy a postupy současné neurorehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, Sokolská 31, 120 26 Praha 2: Care Comm, 2016(2), 59-63 [cit. 2022-02-07]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2016-2/spektrum-trendy-a-postupy-soucasne-neurorehabilitace-58514>.

PATRICK, E., ADA, L. 2006. The Tardieu Scale differentiates contracture from spasticity whereas the Ashworth Scale is confounded by it. *Clinical Rehabilitation* [online]. 20(2), 173-182 [cit. 2022-05-03]. ISSN 0269-2155. DOI:10.1191/0269215506cr922oa.

PINO, A., MÚNERA, M., CIFUENTES, A. C. 2022. Serious Games in Robot-Assisted Rehabilitation Therapy for Neurological Patients. In: CIFUENTES, A. C., MÚNERA, M. *Interfacing Humans and Robots for Gait Assistance and Rehabilitation* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2022-06-08, s. 309-329 [cit. 2022-03-17]. ISBN 978-3-030-79629-7. DOI:10.1007/978-3-030-79630-3_12.

ŠTĚTKÁŘOVÁ, I., EHLER, E., JECH, R. 2012. *Spasticita a její léčba*. Praha: Maxdorf. Jessenius. [cit. 2021-11-13]. ISBN 978-80-7345-302-2.

TAVEGGIA, G., BORBONI, A., SALVI, L., MULÉ, C., FOGLIARESI, S., VILLAFANE, J. H., CASALE, R. 2016. Efficacy of robot-assisted rehabilitation for the functional recovery of the upper limb in post-stroke patients: a randomized controlled study. *European journal of physical and rehabilitation medicine* [online]. 52(6), 767–773 [cit. 2022-05-04]. ISSN 1973-9095. Dostupné z: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2016N06A0767>.

VANOGLIO, F., BERNOCCHI, P., MULÈ, CH., GAROFALI, F., MORA, CH., TAVEGGIA, G., SCALVINI, S., LUISA, A. 2017. Feasibility and efficacy of a robotic device for hand rehabilitation in hemiplegic stroke patients: a randomized pilot controlled study. *Clinical Rehabilitation* [online]. 31(3), 351-360 [cit. 2022-02-10]. ISSN 0269-2155. DOI:10.1177/0269215516642606.

VEERBEEK, J. M., LANGBROEK-AMERSFOORT, A. C., VAN WEGEN, E. E. H., MESKERS, C. G. M., KWAKKEL, G. 2017. Effects of Robot-Assisted Therapy for the Upper Limb After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 31(2), 107-121 [cit. 2022-05-03]. ISSN 1545-9683. DOI:10.1177/1545968316666957.

VILLAFANE, J., TAVEGGIA, H. G., GALERI, S., BISSOLOTTI, L., MULLÉ, CH., IMPERIO, G., VALDES, K., BORBONI, A., NEGRINI, S. 2018. Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *HAND* [online]. 13(1), 95-102 [cit. 2022-02-07]. ISSN 1558-9447. DOI:10.1177/1558944717692096.

VYSKOTOVÁ, J. 2021. Funkce ruky. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K. 2021. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

VYSKOTOVÁ, J., MACHÁČKOVÁ, K. 2013. *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada, [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-247-4698-2.

VYSKOTOVÁ, J., MACHÁČKOVÁ, K., KREJČÍ, I. 2021. Testování manipulačních funkcí. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

WILSON, R., RAGHAVAN, P. 2019. *Stroke Rehabilitation*. [online]. United States: Elsevier Health Sciences [cit. 2022-01-28]. ISBN 9780323553827. DOI:10.1016/C2017-0-00252-5.

WOLFOVÁ, K., VYSKOTOVÁ, J., KONEČNÝ, P., JANÍČKOVÁ, V., MACHÁČKOVÁ, K., GAUL ALÁČOVÁ, P. 2021. Terapie motorických funkcí ruky. In: VYSKOTOVÁ, J., KREJČÍ, I., MACHÁČKOVÁ, K., a kolektiv. *Terapie ruky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [cit. 2021-11-14]. ISBN 978-80-244-5767-3.

WU, J., CHENG, H., ZHANG, J., YANG, S., CAI, S. 2021. Robot-Assisted Therapy for Upper Extremity Motor Impairment After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy* [online]. 101(4) [cit. 2022-05-03]. ISSN 0031-9023. DOI:10.1093/ptj/pzab010.

XING, Y., BAI, Y. 2020. A Review of Exercise-Induced Neuroplasticity in Ischemic Stroke: Pathology and Mechanisms. *Molecular Neurobiology* [online]. 2020, 57(10), 4218-4231 [cit. 2022-03-17]. ISSN 0893-7648. DOI:10.1007/s12035-020-02021-1.

XUE, X., YANG, X., DENG, Z., TU, H., KONG, D., LI, N., XU, F. 2022. Global Trends and Hotspots in Research on Rehabilitation Robots: A Bibliometric Analysis From 2010 to 2020. *Frontiers in Public Health* [online]. 9 [cit. 2022-03-17]. ISSN 2296-2565. DOI:10.3389/fpubh.2021.806723.

ZHANG, K., CHEN, X., LIU, F., TANG, H., WANG, J., WEN, W. 2018. System Framework of Robotics in Upper Limb Rehabilitation on Poststroke Motor Recovery. *Behavioural Neurology* [online]. 1-14 [cit. 2022-02-07]. ISSN 0953-4180. DOI:10.1155/2018/6737056.

SEZNAM ZKRATEK

ACM – arteria cerebri media

BIZ – základní Index Barthelové

CIMT – constraint-induced movement therapy

CMP – cévní mozková příhoda

č. – číslo

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

MAS – modifikovaná Ashwortova škála spasticity

MFDP – musculus flexor digitorum profundus

MFDS – musculus flexor digitorum superficialis

Obr. – obrázek

RAR – roboticky asistovaná rehabilitace

s. – strana

SHM – syndrom horního motoneuronu

SVH – skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky

Tab. – tabulka

TS – Tardieu škála

tzv. – tak zvané

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Robotická rukavice Gloreha Professional II (www.btl.cz)17**Chyba! Záložka není definována.**

Obrázek č. 2: Pneumatický pohon jednotlivých prstů (www.btl.cz).**Chyba! Záložka není definována.**18

Obrázek č. 3: Neustálá potenciace základních symptomů syndromu horního motoneuronu (Jech, 2015, s. 16)..... **Chyba! Záložka není definována.**25

Obrázek č. 4: Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro MFDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... **Chyba! Záložka není definována.**38

Obrázek č. 5: Krabicový graf rozdílu hodnot MAS pro MFDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... 40

Obrázek č. 6: Krabicový graf rozdílu hodnot TS pro MFDS před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... 42

Obrázek č. 7: Krabicový graf rozdílu hodnot TS pro MFDP před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... 44

Obrázek č. 8: Krabicový graf rozdílu hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... 46

Obrázek č. 9: Krabicový graf rozdílu hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ před a po rehabilitaci u experimentální a kontrolní skupiny..... 48

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro MFDS před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou **Chyba! Záložka není definována.** 37

Tabulka č. 2: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot MAS pro MFDP před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou **Chyba! Záložka není definována.** 39

Tabulka č. 3: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot TS pro MFDS před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou **Chyba! Záložka není definována.** 41

Tabulka č. 4: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot TS pro MFDP před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou **Chyba! Záložka není definována.** 43

Tabulka č. 5: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot úchopových funkcí ruky hodnocených podle SVH před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou ... 45

Tabulka č. 6: Statistické zhodnocení parametru rozdílu hodnot soběstačnosti hodnocených podle BIZ před a po rehabilitaci mezi experimentální a kontrolní skupinou 47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Informovaný souhlas	78-79
Příloha č. 2: Souhlas etické komise	Chyba! Záložka není definována. 80
Příloha č. 3: Charakteristika výzkumného souboru	Chyba! Záložka není definována. 81
Příloha č. 4: Charakteristika experimentální a kontrolní skupiny	Chyba! Záložka není definována. 82-84
Příloha č. 5: Modifikovaná Ashworthova škála spasticity (Ehler, 2015, s. 21).....	Chyba! Záložka není definována. 85
Příloha č. 6: Tardieu skála (Ehler, 2015, s. 21).....	86
Příloha č. 7: Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (Hillerová et al., 2006, s. 108)	87
Příloha č. 8: základní Index Barthelové (Ehler, 2015, s. 21)	88

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Informovaný souhlas.

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: **Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny** Období realizace: březen 2021 - březen 2022

Řešitelé projektu: **doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA; MUDr. Stanislav Horák, Ph.D., MBA; Bc. Veronika Pěničková, Bc. Táňa Navrátilová**

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je zhodnocení efektu robotem asistované rehabilitace na funkci horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP).

Jedná se o prospektivní pilotní studii, která bude prováděna na rehabilitačním oddělení Prostějov od března 2021 do března 2022, a bude sledován soubor 20 pacientů po CMP v chronickém stádiu s neurologickým onemocněním se spastickou parézou horní končetiny. Výzkumné šetření bude zahrnovat vyšetření před terapií a po 3 měsíční standardní rehabilitační terapii doplněné terapií s rehabilitačním robotem. Vstupní a výstupní vyšetření zahrnuje vyplnění klinického dotazníku, který hodnotí subjektivně a objektivně funkci horní končetiny, soběstačnost, spasticitu. Z účasti na výzkumu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Výhodou účasti na tomto výzkumném šetření je, že probandi budou mít kvalitnější terapii a zhodnocení funkcí a přispějí k objasnění problematiky robotické neuro-rehabilitace. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracovány v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce): _____

V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____

Příloha č. 2: Souhlas etické komise.



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL-15830/1030S-2021

Vážený pan
Doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D.
FZV UP

2021-01-13

Vyjádření Etické komise FZV UP


Vážený pane docente,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byl Váš projekt, podaný do Studentské grantové soutěže IGA UP 2021, posouzen a po vyhodnocení všech zasláných dokumentů Vám sdělujeme, že projektu s názvem **„Roboticky asistovaná rehabilitace horní končetiny“**, jehož jste hlavním řešitelem, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP.

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta zdravotnických věd
Etická komise
Hnevotinská 3, 775 15 Olomouc


Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP

Příloha č. 3: Charakteristika výzkumného souboru.

Vš. Skupiny Popisné statistiky (DP_V5_DATA_GLOREHA-VÝBĚR NA svoč)					
Proměnná	platných N	Průměr	sm.odch.	Minimální	Maximál.
Věk	67	68,86567	10,44886	41,0000	88,00000

Příloha č. 4: Charakteristika experimentální a kontrolní skupiny.

Popisná statistika pro jednotlivé parametry – experimentální skupina

Proměnná	sk=EPopisné statistiky (DP_V5_DATA_GLOREHA-VÝBĚR NA svoč)					
	platných N	Průměr	Sm.odch.	Medián	Minimum	Maximum.
Věk	36	67,66667	11,07120	69,50000	43,0000	87,00000
MAS-C_1	36	1,61111	0,71824	2,00000	0,0000	3,00000
MAS-C_2	36	1,37500	0,64780	1,50000	0,0000	2,00000
MAS-C_R	36	0,23611	0,42234	0,00000	-0,5000	1,00000
MAS-D_1	36	1,62500	0,75946	2,00000	0,0000	3,00000
MAS-D_2	36	1,33333	0,64365	1,50000	0,0000	2,00000
MAS-D_R	36	0,29167	0,43712	0,00000	-0,5000	1,00000
TS-C_1	36	22,22222	14,01247	20,00000	0,0000	60,00000
TS-C_2	36	17,36111	14,51532	12,50000	0,0000	60,00000
TS-C_R	36	4,86111	6,49022	5,00000	-20,0000	20,00000
TS-D_1	36	21,25000	14,85044	20,00000	0,0000	70,00000
TS-D_2	36	15,55556	13,08094	10,00000	0,0000	60,00000
TS-D_R	36	5,69444	8,71393	5,00000	-20,0000	30,00000
BI zákl. 1	36	65,27778	19,19615	70,00000	10,0000	90,00000
BI zákl. 2	36	74,86111	15,14153	80,00000	40,0000	95,00000
BI zákl. R	36	-9,58333	7,78047	-5,00000	-35,0000	0,00000
SVH_1	36	13,27778	4,85570	15,00000	1,0000	19,00000
SVH_2	36	14,88889	4,35416	16,00000	3,0000	20,00000
SVH_R	36	-1,61111	1,41981	-1,00000	-6,0000	0,00000

Popisná statistika pro jednotlivé parametry – kontrolní skupina

Proměnná	sk=KPopisné statistiky (DP_V5_DATA_GLOREHA-VÝBĚR NA svoč)					
	platných N	Průměr	Sm.odch.	Medián	Minimum	Maimum.
Věk	31	70,25806	9,66770	71,00000	41,0000	88,00000
MAS-C_1	31	1,87097	0,48249	2,00000	1,0000	3,00000
MAS-C_2	31	1,70968	0,40361	2,00000	1,0000	2,00000
MAS-C_R	31	0,16129	0,32627	0,00000	0,0000	1,00000
MAS-D_1	31	1,82258	0,58521	2,00000	0,0000	3,00000
MAS-D_2	31	1,62903	0,51588	2,00000	0,0000	2,00000
MAS-D_R	31	0,19355	0,33360	0,00000	0,0000	1,00000
TS-C_1	31	25,16129	12,34800	25,00000	10,0000	60,00000
TS-C_2	31	21,61290	11,20916	20,00000	10,0000	50,00000
TS-C_R	31	3,54839	3,91441	5,00000	0,0000	10,00000
TS-D_1	31	23,22581	11,14663	20,00000	0,0000	45,00000
TS-D_2	31	19,51613	10,35655	20,00000	0,0000	40,00000
TS-D_R	31	3,70968	3,86604	5,00000	0,0000	15,00000
BI zákl. 1	31	68,06452	15,09290	70,00000	25,0000	90,00000
BI zákl. 2	31	72,90323	13,34005	75,00000	40,0000	90,00000
BI zákl. R	31	-4,83871	3,76029	-5,00000	-15,0000	0,00000
SVH_1	31	12,48387	4,86396	12,00000	0,0000	19,00000
SVH_2	31	13,45161	4,44851	13,00000	2,0000	19,00000
SVH_R	31	-0,96774	0,60464	-1,00000	-3,0000	0,00000

Legenda k tabulkám:

Věk - věk pacienta, MAS-C _1 - hodnota MAS MFDS před terapií, MAS-C _2 - hodnota MAS MFDS po terapii, MAS-C _R - rozdíl hodnot MAS MFDS mezi kontrolní a experimentální skupinou, MAS-D _1 - hodnota MAS MFDP před terapií, MAS-D _2 - hodnota MAS MFDP po terapii, MAS-D _R - rozdíl hodnot MAS MFDP mezi kontrolní a experimentální skupinou, TS-C _1 - hodnota TS MFDS před terapií, TS-C _2 - hodnota TS MFDS po terapii, TS-C _R - rozdíl hodnot TS MFDS mezi kontrolní a experimentální skupinou, TS-D _1 - hodnota TS MFDP před terapií, TS-D _2 - hodnota TS MFDP po terapii, TS-D _R - rozdíl hodnot TS MFDP mezi kontrolní a experimentální skupinou, BI zákl. _1 - skóre základního indexu Barthelové před terapií, BI zákl._2 - skóre základního indexu Barthelové po terapii, BI zákl. _R - rozdíl skóre základního indexu Barthelové mezi kontrolní a experimentální skupinou, SVH _1 - skóre SVH před terapií, SVH_2 - skóre SVH po terapii, SVH_R - rozdíl skóre SVH mezi kontrolní a experimentální skupinou, Platných N - počet testovaných pacientů ve skupině, Průměr - průměrná hodnota, Sm. odch. - směrodatná odchylka, Medián - střední hodnota, Minimum - minimální hodnota, Maximum - maximální hodnota.

Příloha č. 5: Modifikovaná Ashworthova škála spasticity (Ehler, 2015, s. 21).

0	Žádný vzestup svalového tonu
1	Lehký vzestup svalového tonu (zadrhnutí a uvolnění, minimální odpor ke konci pohybu)
1+	Lehký vzestup svalového tonu (zadrhnutí a uvolnění během necelé poloviny rozsahu pohybu)
2	Výraznější vzestup svalového tonu během celého rozsahu pohybu; pohyb je snadný
3	Výrazný vzestup svalového tonu, pohyb je obtížný
4	Postižená část je ztuhlá do flexe i do extenze

Příloha č. 6: Tardieu skála (Ehler, 2015, s. 21).

Zásady	Testování je vždy ve stejnou dobu Vždy se zachová stejná poloha těla při testování dané končetiny Klouby (i šije) jsou při vyšetření ve stále stejné poloze Pro každou skupinu svalů se kontrakce hodnotí při specifických rychlostech protažení dvěma parametry (X a Y)
Rychlost protažení	V1 – co nejpomalejší (pomalejší než pokles končetiny ve směru gravitace) V2 – rychlost segmentu končetiny při pádu končetiny na podkladě gravitace V3 – co nejrychlejší (rychlejší než pád ve směru gravitace)
Kvalita kontrakce svalu (X)	0 – bez odporu v průběhu pasivního pohybu 1 – mírný odpor v průběhu pasivního pohybu bez jasného záškubu 2 – jasný záškub (catch) v určitém úhlu, který přerušuje pasivní pohyb a je následován uvolněním (release) 3 – vyčerpávající se klonus (méně než 10 sekund) v určitém úhlu 4 – nevyčerpávající se klonus (více než 10 sekund při trvajícím protažení svalu) v určitém úhlu
Úhel reakce (kontrakce) svalu (Y)	Měří se vzhledem k poloze svalu při minimálním protažení svalu (odpovídá úhlu „0°“) pro všechny klouby s výjimkou kyčle, kde závisí na klidové poloze DK se mají testovat v poloze na zádech v doporučených polohách kloubů a v doporučených rychlostech

Příloha č. 7: Skóre vizuálního hodnocení funkčního úkolu ruky (Hillerová et al., 2006, s. 108).

A) dosahování – reaching (funkce horní končetiny)

0 – žádný výkon

1 – náznak intence bez pohybu

2 – částečný pohyb bez dostižení cíle

3 – dostižení cíle, ale neefektivní třes, inkoordinace, ataxie, žádný úchop

4 – dostižení, úchop, ale nekvalitní

5 – kvalitní výkon

B) Příprava úchopu a úchop (funkce ruky)

0 – žádný výkon

1 – náznak otevření ruky

2 – otevření ruky plus náznak opozice palce

3 – výkon jako v bodě 2 plus dorzální flexe zápěstí před úchopem (částečně)

4 – dorzální flexe zápěstí, otevření dlaně, opozice palce, ale ne kvalitní

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

C) Manipulace (funkce horní končetiny)

0 – žádný výkon

1 – naznačený pokus

2 – částečně, bez užitečného výkonu

3 – celý úkon proveden, značně nekvalitně, velké chyby, velké synergie

4 – celý úkon proveden, vykonání žádaného úkonu, zřetelná nejistota, inkoordinace apod.

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

D) Uvolnění úchopu (funkce ruky)

0 – žádný výkon

1 – náznak uvolnění

2 – nefunkční pokus o uvolnění

3 – částečné uvolnění úchopu, ale málo funkční, velké synergie, inkoordinace

4 – plné uvolnění, funkčně dostatečné, i když patrné synergie, inkoordinace

5 – kvalitní, téměř fyziologický, fyziologický výkon

Příloha č. 8: základní Index Barthelové (Ehler, 2015, s. 21).

Položka	Skóre	Kategorie
Střevo	0	Inkontinentní
	1	Příležitostně inkontinentní (méně než 1 krát za týden)
	2	Kontinentní
Močový měchýř	0	Inkontinentní více než 1 krát za 24 hodin
	1	Příležitostně inkontinentní
	2	Kontinentní
Úprava zevnějšku	0	Potřebuje pomoc
	1	Nezávislý při úpravě tváře, vlasů, čištění zubů, holení
Použití WC	0	Závslý (neschopen hygienických úkonů)
	1	Potřebuje pomoc (přemisťování, oblékání)
	2	Nezávislý
Stravování	0	Závslý – je třeba jej krmit
	1	Potřebuje pomoc (nakrájení nožem, mazání)
	2	Nezávislý
Přemisťování	0	Neschopen, nemůže sedět vzpřímeně
	1	Potřebuje větší pomoc (většinou dvou osob)
	2	Potřeba menší pomoci nebo dozoru
	3	Nezávislý
Mobilita	0	Imobilní
	1	Nezávislý – ale na vozíku (okolo domu)
	2	Chodí s pomocí jedné osoby
	3	Nezávislý při chůzi (může používat hole)
Oblékání	0	Závslý
	1	Potřebuje pomoc, ale zvládne polovinu sám
	2	Nezávislý (zvládne i zapínání knoflíků, nazouvání bot)
Chůze	0	Nemožná
	1	Potřebuje pomoc, dozor či pomůcky
	2	Nezávislý
Koupání	0	Závslý
	1	Nezávislý
Body		Hodnocení
0–4 body		Velmi těžká disabilita
5–9 bodů		Těžká disabilita
10–14 bodů		Středně těžká disabilita
15–19 bodů		Mírná disabilita
20 bodů		Nezávislý